

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CURSO DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

PROGRAMAÇÃO DE OBRAS REPETITIVAS COM O SOFTWARE DE
GERENCIAMENTO DE PROJETOS TIME LINE 6.5 FOR WINDOWS BASEADA
NA TÉCNICA DA LINHA DE BALANÇO - ESTUDO DE CASO

Dissertação submetida à Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do
grau de Mestre em Engenharia

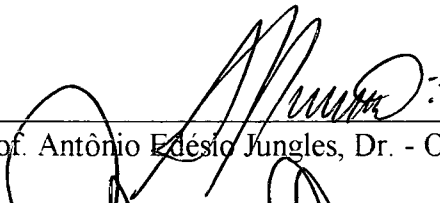
RENATO DE QUADROS COELHO

Florianópolis, março de 1998

PROGRAMAÇÃO DE OBRAS REPETITIVAS COM O SOFTWARE DE
GERENCIAMENTO DE PROJETOS TIME LINE 6.5 FOR WINDOWS BASEADA
NA TÉCNICA DA LINHA DE BALANÇO - ESTUDO DE CASO

RENATO DE QUADROS COELHO

ESTA DISSERTAÇÃO FOI JULGADA ADEQUADA PARA OBTENÇÃO DO
TÍTULO DE
MESTRE EM ENGENHARIA
ESPECIALIDADE ENGENHARIA CIVIL E APROVADA EM SUA FORMA FINAL
PELO CURSO DE PÓS GRADUAÇÃO.



Prof. Antônio Edésio Jungles, Dr. - ORIENTADOR



Prof. Roberto de Oliveira, Ph.D. - COORDENADOR DO CURSO

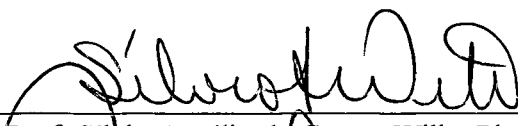
BANCA EXAMINADORA



Prof. Antônio Edésio Jungles, Dr. – Orientador



Prof. Norberto Hochheim, Dr.Ing.



Prof. Sílvio Aurélio de Castro Wille, Ph.D.



Prof. Roberto de Oliveira, Ph.D.

AGRADECIMENTOS

Ao professor e amigo Antônio Edésio Jungles pela orientação, compreensão e interesse ao longo do desenvolvimento deste trabalho.

Ao corpo docente do Curso de Pós Graduação em Engenharia Civil pelos conhecimentos transmitidos.

Aos funcionários da Casteval Construção e Incorporação Ltda. pela atenção dispensada.

A todos as pessoas que participaram do levantamento dos dados, em especial ao funcionário Ego Rohde.

À minha família pelo apoio prestado nos momentos mais difíceis desta jornada.

A todos os amigos que proporcionaram alegrias, idéias e motivação para concluir a pesquisa.

À CAPES pelo auxílio financeiro que me concedeu.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE TABELAS.....	xi
RESUMO	xii
ABSTRACT	xiii
CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO.....	1
1.1 A INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL	1
1.2 MOTIVAÇÃO PARA A PESQUISA	2
1.3 JUSTIFICATIVA DA PESQUISA	2
1.4 LIMITAÇÕES DO TEMA	4
1.5 OBJETIVOS	4
1.5.1 OBJETIVO GERAL	4
1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
1.6 HIPÓTESES	5
1.7 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	5
CAPÍTULO II - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	7
2.1 CONCEITOS DE PLANEJAMENTO E PROGRAMAÇÃO DE OBRAS REPETITIVAS	7
2.2 LINHA DE BALANÇO	12
2.2.1 HISTÓRICO E CONCEITOS	12
2.2.2 VANTAGENS NA UTILIZAÇÃO	13
2.2.3 DESVANTAGENS NA UTILIZAÇÃO	14
2.3 MÉTODO DO CAMINHO CRÍTICO (CPM).....	15
2.3.1 HISTÓRICO E CONCEITOS	15
2.3.2 VANTAGENS NA UTILIZAÇÃO	16
2.3.3 DESVANTAGENS NA UTILIZAÇÃO	18
2.4 PROGRAMAÇÃO DE OBRAS COM COMPUTADOR	20
2.4.1 O SOFTWARE TIME LINE	21

2.4.2 CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA E EQUIPAMENTO UTILIZADO NA PESQUISA.....	23
2.5 O MÉTODO DE PROGRAMAÇÃO PROPOSTO	23
 CAPÍTULO III - METODOLOGIA DE APLICAÇÃO DO MÉTODO –	
ESTUDO DE CASO	28
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA ESTUDADA	28
3.2 CARACTERIZAÇÃO DA OBRA ESTUDADA.....	29
3.3 LEVANTAMENTO DA LISTA DE SERVIÇOS E ESFORÇOS (HH) REAIS.....	30
3.4 ÍNDICES DE PRODUTIVIDADE E ESFORÇOS (HH) PROGRAMADOS.....	32
3.5 PROGRAMAÇÃO DA OBRA NO TIME LINE.....	33
3.5.1 CRIAÇÃO DO AMBIENTE DO PROJETO.....	34
3.5.1.1 Informações gerais.....	34
3.5.1.2 Calendário global do projeto	35
3.5.1.3 Preferências de programação.....	37
3.5.1.4 Opções de cálculo	40
3.5.2 DIGITAÇÃO DA LISTA DE SERVIÇOS E ESFORÇOS PROGRAMADOS.....	42
3.5.3 SEQUENCIAMENTO DOS SERVIÇOS.....	44
3.5.4 CADASTRO DAS EQUIPES DE TRABALHO	49
3.5.5 CÁLCULO DA DURAÇÃO DOS SERVIÇOS.....	50
3.5.6 DIMENSIONAMENTO DO NÚMERO DE EQUIPES PARA CADA SERVIÇO.....	53
3.5.7 MULTIPLICAÇÃO PELO NÚMERO DE UNIDADES BÁSICAS	57
3.5.8 PRIORIDADES NA PROGRAMAÇÃO	58
3.5.9 NIVELAMENTO DE RECURSOS	61
 CAPÍTULO IV - ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	
4.1 PROGRAMAÇÃO DE SERVIÇOS.....	63
4.2 FILTROS E HISTOGRAMA DOS OFICIAIS.....	64

4.3 SIMULAÇÕES COM REDUÇÕES NO NÚMERO DE EQUIPES	65
4.4 CURVA DE AGREGAÇÃO DE RECURSOS.....	75
4.5 PROGRAMAÇÃO PERIÓDICA DE SERVIÇOS	77
CAPÍTULO V - CONCLUSÕES.....	79
5.1 PROGRAMAÇÃO COM O TIME LINE x LINHA DE BALANÇO	79
5.2 O USO DE HISTOGRAMAS E DO NIVELAMENTO DE RECURSOS PARA PROGRAMAR TRABALHO CONTÍNUO ÀS EQUIPES	82
5.3 PRIORIDADES x DEPENDÊNCIAS.....	84
5.4 O CAMINHO CRÍTICO DO PROJETO COMPLETO.....	87
5.5 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	89
ANEXO A.....	90
ANEXO B.....	110
BIBLIOGRAFIA	148

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1: Planta baixa de um projeto arquitetônico básico para uma casa do Castel Vicenza Condominium.....	31
Figura 3.2: Tela Project Information com as informações gerais do projeto.....	35
Figura 3.3: Tela Master Calendar para configuração do calendário global do projeto.....	37
Figura 3.4: Tela Preferences com os principais campos a serem preenchidos.....	40
Figura 3.5: Tela Calculation Settings com as principais opções definidas para o projeto.....	42
Figura 3.6: Tela de Gantt mostrando um trecho da lista de serviços, o esforço (HH Total) fornecido para cada um e o gráfico de barras desenhado pelo programa.....	43
Figura 3.7: Dependência padrão tipo Fim-Início	44
Figura 3.8: Dependência tipo Fim-Início com intervalo positivo.....	44
Figura 3.9: Dependência tipo Início-Início	45
Figura 3.10: Dependência parcial tipo Fim-Fim.....	45
Figura 3.11: Dependência parcial tipo Início-Fim.....	45
Figura 3.12: Rede PERT-CPM definida para o projeto com o caminho crítico destacado.....	52
Figura 3.13: Tela de edição para alocação do número de oficiais que executarão o serviço.....	53
Figura 3.14: Elementos usados no cálculo do ritmo de execução da obra.....	54
Figura 3.15: Tela de cadastro dos recursos com o nome dado à equipe (Name), o tipo do recurso (Resource Type) e o limite de disponibilidade (Availability).....	56
Figura 3.16: Tela de Gantt com um trecho da programação de uma casa.	57
Figura 3.17: Aspecto do cronograma após a multiplicação da programação de uma casa.....	58
Figura 3.18: Planta de implantação da obra com o número dos lotes das casas.....	60
Figura 3.19: Tela de Gantt com as prioridades fornecidas aos serviços e com a numeração das casas de acordo com a sequência de execução.....	61

Figura 3.20: Tela de Gantt com a programação do serviço Alvenaria.....	62
Figura 4.1: Programação completa do condomínio resumida por casa.....	63
Figura 4.2: Tela para seleção das condições para o filtro de informações.....	64
Figura 4.3: Tela de seleção do gráfico de histograma de recursos.....	65
Figura 4.4: Programação filtrada do serviço Madeiramento de telhado, com o histograma de recursos na parte inferior da tela.	68
Figura 4.5: Programação completa do condomínio após a redução do número de equipes de Madeiramento de Telhado.....	72
Figura 4.6: Programação final após a redução de uma equipe de Azulejo.....	73
Figura 4.7: Gráfico Trapezoidal Ideal indicado por Shtub et al., 1994 apud Casarotto et al., 1996.....	75
Figura 4.8: Relatório Crosstab do Time Line mostrando os homens-hora consumidos por todos os oficiais mês a mês em cada casa.....	76
Figura 4.9: Curva de Agregação de Recursos e Curva de Agregação Acumulada.....	76
Figura 4.10: Trecho da programação do mês de Outubro de 1998 (casas 12 e 13).....	78
Figura 5.1: Atraso no cronograma provocado pela existência de ritmos diferenciados entre os serviços.....	80
Figura 5.2: Programação do serviço Esquadrias de alumínio/vidros com o histograma mostrando os períodos de ociosidade da equipe.....	83
Figura 5.3: Tempo ocioso criado pela programação mais cedo quanto possível (ASAP).....	84
Figura 5.4: Exemplo de rede com dependências entre casas. Fonte: Suhail e Neale (1994).....	85
Figura 5.5: Trecho da programação de uma casa.....	86
Figura 5.6: Caminho Crítico do projeto após a multiplicação das unidades básicas.....	88
Figura A.1: Fundação em radier.....	91
Figura A.2: Marcação da alvenaria interna com a 1ª fiada impermeabilizada.....	92
Figura A.3: Execução da alvenaria interna.....	92

Figura A.4: Escoramento da laje com escoras metálicas e vigotes de madeira	93
Figura A.5: Formas de tábuas para vigas e pilares.....	94
Figura A.6: Lançamento de concreto na laje.....	94
Figura A.7: Tubulação de água fria e quente, com registros já instalados	95
Figura A.8: Telhamento cerâmico.....	96
Figura A.9: Execução do emboço externo de parede	97
Figura A.10: Execução do contrapiso.....	98
Figura A.11: Execução do calafim interno de tetos.....	98
Figura A.12: Execução da alvenaria dos muros.....	99
Figura A.13: Colocação dos cacos de pedra da calçada do abrigo.....	100
Figura A.14: Execução da alvenaria da lareira	101
Figura A.15: Colocação de azulejos na cozinha	102
Figura A.16: Colocação de piso cerâmico na cozinha.....	102
Figura A.17: Colocação de janela de alumínio	103
Figura A.18: Colocação de massas em vidro liso	104
Figura A.19: Colagem das placas de parquet de madeira.....	104
Figura A.20: Colocação da banheira de fibra de vidro.....	105
Figura A.21: Execução de massa corrida interna de paredes.....	105
Figura A.22: Colocação das portas.....	106
Figura A.23: Lixamento do parquet de madeira	107
Figura A.24: Pintura com verniz nas portas.....	108
Figura A.25: Limpeza geral da parte externa da casa	108
Figura A.26: Casa concluída (Castel Valenza Condominium).....	109
Figura B.1 : Programação do serviço Fundação.....	111
Figura B.2 : Programação do serviço Tubulação elétrica piso	112
Figura B.3 : Programação do serviço Tubulação de esgoto interno	113
Figura B.4 : Programação do serviço Alvenaria.....	114
Figura B.5 : Programação do serviço Pilares/vigas/laje	115
Figura B.6 : Programação do serviço Chaminés.....	116
Figura B.7 : Programação do serviço Tubulação elétrica.....	117
Figura B.8 : Programação do serviço Tubulação hidro-sanitária/gás	118

Figura B.9 : Programação do serviço Madeiramento telhado	119
Figura B.10 : Programação do serviço Telhamento cerâmico	120
Figura B.11 : Programação do serviço Alvenaria de oitões	121
Figura B.12 : Programação do serviço Chapisco	122
Figura B.13 : Programação do serviço Emboço	123
Figura B.14 : Programação do serviço Contramarcos	124
Figura B.15 : Programação do serviço Peitoris/soleiras	125
Figura B.16 : Programação do serviço Contrapiso	126
Figura B.17 : Programação do serviço Calfino	127
Figura B.18 : Programação do serviço Muros	128
Figura B.19 : Programação do serviço Calçadas	129
Figura B.20 : Programação do serviço Grama	130
Figura B.21 : Programação do serviço Lareira/churrasqueira	131
Figura B.22 : Programação do serviço Azulejo/piso cerâmico	132
Figura B.23 : Programação do serviço Esquadrias de alumínio/vidros	133
Figura B.24 : Programação do serviço Colagem parquet	134
Figura B.25 : Programação do serviço Banheira	135
Figura B.26 : Programação do serviço Esquadrias de madeira	136
Figura B.27 : Programação do serviço Massa corrida	137
Figura B.28 : Programação do serviço Pintura 1ª demão	138
Figura B.29 : Programação do serviço Fiação/acabamentos elétricos	139
Figura B.30 : Programação do serviço Tampos/louças/metals	140
Figura B.31 : Programação do serviço Acabamentos hidráulicos	141
Figura B.32 : Programação do serviço Lixamento parquet	142
Figura B.33 : Programação do serviço Pintura externa (liquibase, textura e 1ª demão)	143
Figura B.34 : Programação do serviço Pintura interna 2ª e 3ª demãos	144
Figura B.35 : Programação do serviço Verniz/acabamentos portas	145
Figura B.36 : Programação do serviço Enceramento/limpeza	146
Figura B.37 : Programação do serviço Entrega	147

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1: Lista resumida de serviços com quantitativos para os dois condomínios estudados e valores de Homens-Hora correspondentes32

Tabela 3.2: Feriados marcados no período do Estudo de Caso.....36

Tabela 3.3: Lista de dependências dos serviços relacionando os serviços antecessores e os critérios para criação da rede de trabalho.46

Tabela 3.4: Número de oficiais adotados para as equipes responsáveis pelos serviços e durações calculadas51

Tabela 3.5: Número de equipes programadas para cada serviço e limite de disponibilidade calculado.55

Tabela 3.6: Prioridades fornecidas às casas.....59

Tabela 4.1: Cálculo do Índice de Ociosidade dos serviços.....67

Tabela 4.2: Número de equipes obtido e arredondado dos serviços ociosos68

Tabela 4.3: Resumo das 31 simulações realizadas para otimização do cronograma70

Tabela 4.4: Resumo das 31 simulações classificadas de acordo com os critérios de seleção71

Tabela 4.5: Resultado da simulação escolhida para otimizar o cronograma74

RESUMO

Este trabalho apresenta um método de programação de obras repetitivas com o uso do programa para gerenciamento de projetos denominado Time Line. Este método está fundamentado nos conceitos da técnica de programação da Linha de Balanço e faz uma adaptação desta técnica à lógica do método PERT-CPM utilizada pelo programa proposto.

Para a demonstração do método proposto foi feito um estudo de caso com a programação de um condomínio residencial horizontal localizado na cidade de Curitiba. A pesquisa vai desde os levantamentos iniciais de índices de produtividade e definição da lista de serviços até a elaboração da programação completa das 21 casas previstas para o condomínio programado.

Como resultado um comparativo entre o método proposto e a técnica da Linha de Balanço é apresentado com as vantagens e desvantagens das duas programações desenvolvidas.

As conclusões confirmam que o método proposto traz vantagens para a programação de empreendimentos com características de repetição: possibilita a realização de simulações com dados da obra de maneira rápida e com fundamentos técnicos e produz relatórios práticos e de fácil aplicabilidade no canteiro.

ABSTRACT

This research presents a programming method for repetitive construction using a project management software called Time Line. This method is based on the concepts of Line of Balance programming technique adapted to the logics of the PERT-CPM method used by the software.

For the demonstration of this method a case study was performed by programming a housebuilding site situated at the city of Curitiba. The research starts with productivity indexes surveys and project breakdown elaboration and finishes with the complete programming of 21 houses for this housebuilding site.

As a result, a comparative between the method and the Line of Balance Technique is shown with both methods advantages and disadvantages.

Conclusions confirm that the presented method is advantageous for repetitive construction programming: it enables technically and site data based simulations and produces practical reports easily applied on site.

CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO

1.1 A INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Além de seu papel social de amenizadora do déficit habitacional, a construção com fins residenciais também exerce o importante papel de um instrumento regulador da economia nacional, em função de sua grande relevância como atividade econômica (MADERS, 1987).

O setor de construção civil tem contribuído com cerca de 7% do PIB nacional e participado com uma parcela de mais de 60% da formação bruta de capital fixo no país. Com relação à absorção da mão de obra, a construção emprega cerca de um terço dos trabalhadores envolvidos em atividades industriais, a maior parte dos quais sem qualificação. A enorme carência de habitações para a população de baixa renda, existente no Brasil, estimada em torno de 12 milhões de residências, só poderá ser adequadamente atendida à medida que o setor seja modernizado (SCARDOELLI et al., 1994).

Porém, a indústria da construção no Brasil, em seu sub-setor edificações, apresenta, em relação a outros setores industriais, uma série de características que apontam para um atraso tecnológico do setor.

A grande maioria das tecnologias hoje utilizadas na construção, constitui-se de processos e produtos convencionais, observando-se em algumas regiões do país a utilização de processos racionalizados e semi-industrializados.

De maneira geral, pode-se afirmar que trata-se de um setor industrial de baixa produtividade, com elevado número de perdas e que gera produtos de qualidade não satisfatória (SOUZA, 1991).

Observam-se, no entanto, uma série de iniciativas por parte de empresas e instituições de ensino e pesquisa buscando a modernização tecnológica do setor.

1.2 MOTIVAÇÃO PARA A PESQUISA

Uma das diretrizes básicas para orientar o esforço nesta linha de atualização tecnológica do setor da construção civil é a modernização organizacional e gerencial. Esta diretriz, embora não de caráter tecnológico, visa explicitar que o atraso da construção civil é também proveniente de uma postura empresarial arcaica em termos organizacionais e gerenciais.

Neste sentido a modernização empresarial, entendida como a adoção de técnicas de organização e métodos, gerenciamento, planejamento financeiro e operacional, marketing, política de recursos humanos, etc., podem contribuir em muito com o aumento de eficiência e eficácia do setor da construção (SOUZA, 1991).

No presente estudo será ressaltada a necessidade de modernização de uma das técnicas citadas acima: o planejamento operacional. A programação de uma obra pode ser entendida como parte deste planejamento. E as técnicas de programação existentes são ferramentas que podem e devem ser utilizadas de maneira eficiente e moderna.

1.3 JUSTIFICATIVA DA PESQUISA

Planejamento e controle são atividades essenciais em qualquer ramo de atividade industrial. No contexto da construção civil, a realização de qualquer empreendimento exige uma combinação de recursos (materiais, mão de obra, equipamentos e capital), os quais estão sujeitos a limites e restrições. A alocação de recursos no devido tempo e o

fornecimento de dados e fatos para o controle somente são possíveis através de um eficiente sistema de planejamento e programação (SCARDOELLI et al., 1994)

Segundo LAUFER e TUCKER (1988), o planejamento é a função mais importante e a mais difícil do gerenciamento. No entanto, ARDITI e ALBULAK (1986) afirmam que a maioria das construtoras acredita que é preciso aperfeiçoar seu planejamento e programação.

LAUFER e TUCKER (1988) justificam o dilema da alocação de tempo para a implantação de um processo de planejamento adequado com as seguintes afirmações:

- O planejamento é grande consumidor de tempo. Em um projeto de construção no valor de 20 milhões de dólares durando 18 meses, três homens-mês foram investidos em planejamento anteriormente ao início da obra, com o controle (incluindo replanejamentos) durante a fase de construção consumindo 15 homens-mês;
- Quando pediu-se para relatar sobre sua alocação de tempo real e ideal, todos os níveis gerenciais responderam que o planejamento era a atividade à qual eles deveriam dedicar mais seu tempo;
- A situação dos gerentes do projeto com relação ao planejamento é especialmente difícil desde que parte do plano tem que ser desenvolvido com o projeto em andamento;
- Quando o planejamento é feito paralelamente à execução da obra, as pessoas tendem a se concentrar em rotinas operacionais e abandonar o planejamento;
- Quando exerce-se pressão para completar um serviço, menos tempo é dado para o planejamento e durante o pico de alocação de trabalho o planejamento virtualmente desaparece.

A principal justificativa do estudo realizado nesta dissertação é procurar atender a necessidade que as empresas possuem de trabalhar com uma técnica de programação que dê respostas aos gerentes de projetos de maneira rápida, precisa e de fácil entendimento e visualização.

1.4 LIMITAÇÕES DO TEMA

A pesquisa limitou-se a projetos com serviços repetitivos, mais especificamente a uma obra de um condomínio residencial localizada na cidade de Curitiba. O trabalho também limitou-se à verificação da capacidade do software para a programação da obra de construção civil mencionada. Não foram abordados assuntos pertinentes ao controle e acompanhamento da execução dos serviços.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 OBJETIVO GERAL

Tem-se como objetivo geral desta dissertação: simular a utilização da técnica da Linha de Balanço em um software de gerenciamento de projetos através da programação da obra de um condomínio residencial com características de repetitividade.

1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

Tem-se como objetivos específicos:

- Elaborar a programação de serviços relacionados a uma obra de construção civil (residencial) com a técnica proposta;
- Levantar os índices de produtividade dos serviços;
- Calcular os homens-hora consumidos pelos oficiais;
- Definir durações e datas de início e término;
- Definir a composição e alocação das equipes;
- Gerar relatórios com as informações programadas: cronogramas de barras, filtros e destaques de informações, histogramas de recursos e programações periódicas;
- Observar e comentar as dificuldades encontradas ao longo da elaboração da programação e apresentar sugestões para projetos futuros.

1.6 HIPÓTESES

Esta dissertação possui as seguintes hipóteses de trabalho:

- O Time Line reproduz a técnica da Linha de Balanço;
- O Time Line suporta a lista de serviços da obra de um condomínio residencial;
- Os histogramas e o nivelamento de recursos possibilitam a visualização e a definição de maior continuidade de trabalho para as equipes;
- O uso de prioridades na programação dos serviços reduz o número de dependências entre as unidades básicas;
- A programação de múltiplas unidades altera o caminho crítico de uma unidade básica.

1.7 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

No Capítulo I (Introdução) são apresentadas algumas informações sobre o setor de construção civil, a motivação e a justificativa da pesquisa, as limitações do tema, objetivos e hipóteses de trabalho com alguns aspectos da situação atual do mercado e a necessidade de modernização da tecnologia empregada atualmente.

O Capítulo II (Revisão Bibliográfica) traz alguns conceitos sobre planejamento e programação de obras, aspectos teóricos da Linha de Balanço e do Método do Caminho Crítico (CPM), a origem do método proposto e um histórico do uso de softwares de gerenciamento de projetos, com detalhamento dos equipamentos e configurações usados na pesquisa.

O Capítulo III (Metodologia de Aplicação do Método –Estudo de Caso) são mostrados todos os passos para a realização do experimento, desde a caracterização da empresa e obra estudadas, a coleta inicial dos dados até a preparação para elaboração final da programação no computador com o software Time Line 6.5 for Windows.

O Capítulo IV (Análise dos Resultados) apresenta a programação inicial dos serviços e os ajustes feitos no cronograma, além de outros relatórios e ferramentas do software.

No Capítulo V (Conclusões) é feito o fechamento do trabalho com a verificação das hipóteses de trabalho e outras observações adicionais da pesquisa. Também são incluídas recomendações para trabalhos futuros.

CAPÍTULO II - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 CONCEITOS DE PLANEJAMENTO E PROGRAMAÇÃO DE OBRAS REPETITIVAS

ACKOFF (1983) e FORMOSO (1991) afirmam que o planejamento é um processo de tomada antecipada de decisão. É um processo de decidir o que fazer, e como fazê-lo, antes que se requeira uma ação.

Seguindo o raciocínio de PEER (1974), LAUFER e TUCKER (1987), e LOSSO e ARAÚJO (1996), o planejamento de um empreendimento pode ser simplifiadamente entendido como o processo pelo qual busca-se a resposta para sete perguntas básicas cujas letras iniciais em inglês formam a sigla 5W2H:

- 1ª Pergunta: What? (O que?)

Qual é o objetivo geral e quais os objetivos específicos do empreendimento? O que é preciso fazer, quais são as etapas a serem vencidas para alcançá-los?

Os trabalhos da engenharia de construção são orientados por metas (KALU, 1990). A resposta a estas perguntas gera a lista de serviços a serem programados na obra, a chamada Estrutura de Decomposição do Trabalho (EDT) (WILLE, 1997) ou Work Breakdown Structure (WBS) (SAHWNEY e ABOURIZK, 1995). O objetivo geral é decomposto ou dividido em objetivos específicos, que por sua vez geram a lista de ações ou serviços.

Na construção civil, poderia-se definir a construção de um edifício residencial como o objetivo geral de um empreendimento e a execução do revestimento das

fachadas como um dos objetivos específicos, que pode ser decomposto nos serviços Chapisco externo, Emboço externo e Revestimento Cerâmico em Pastilhas.

- 2ª Pergunta: Why? (Por que?)

Qual a razão de ter-se incluído cada um dos serviços na EDT? Qual critério estabelecido para suas escolhas? Qual a sua importância para a conquista dos objetivos do empreendimento?

Deve-se dar muita atenção a este ponto do planejamento para evitar-se a elaboração de listas de serviço muito extensas e detalhadas.

- 3ª Pergunta: Where? (Onde?)

Em que local os serviços serão executados? Para qual pavimento, casa, seção de estrada, área do canteiro os recursos devem se deslocar para executar estes serviços?

A identificação dos locais aonde os serviços serão executados facilitam a programação das equipes, a mobilização dos recursos e a tabulação de dados de controle.

- 4ª Pergunta: When? (Quando?)

Quais as data de início e término dos serviços a serem programados? Quais são as relações de dependência entre eles? Existem outras restrições para a programação destes serviços no tempo?

A resposta a esta pergunta é essencial para a definição do que conhece-se como o Cronograma Físico de um empreendimento. Ele situa o planejamento no tempo, fornecendo prazos para a conclusão de etapas e do empreendimento como um todo.

- 5ª Pergunta: Who? (Quem?)

Quem será o responsável pela execução de cada serviço? Que equipes participarão do trabalho? E quais serão suas composições?

- 6ª Pergunta: How much? (Quanto?)

Quanto custará a utilização dos recursos citados anteriormente para o empreendimento? Quais os custos unitários de cada recurso e de que maneira eles podem ser agrupados? Qual a forma de pagamento destes recursos?

O lançamento destes dados em uma programação gera a Programação Financeira do empreendimento, que em conjunto com o Cronograma Físico fornece o chamado Cronograma Físico-Financeiro do empreendimento.

- 7ª Pergunta: How? (Como?)

Como os serviços serão executados? Quais tecnologias, processos construtivos serão utilizados? Quais recursos - materiais, equipamentos e ferramentas - serão necessários para a obtenção dos resultados programados para as equipes?

Definir se uma laje será maciça ou mista, se a obra utilizará grua para o transporte de materiais, se uma alvenaria será levantada com blocos cerâmicos de 6 furos ou de 4 furos são algumas maneiras de responder esta pergunta.

Um plano que responde prontamente às sete perguntas listadas satisfaz as condições para que o gerente de um empreendimento possa tomar decisões durante a fase de planejamento do mesmo.

Mais ainda, desde que um plano é uma previsão (projeção) do que irá ocorrer, o gerente poderá motivar os recursos quando estiverem no trabalho, poderá dizer o que

fazer e quando deixar o serviço de acordo com o plano. Ele força a si mesmo a tornar possível a realidade de acordo com o plano. (BIRREL, 1980)

A maior dificuldade para o planejamento dos serviços na construção civil, que a faz diferir da indústria manufatureira, é que o processo de construção é feito de várias linhas de fluxo, cada uma contendo uma equipe móvel que se movimenta através de um conjunto de locações (que é o mesmo conjunto de locações para todas as equipes). Assim, o operário é móvel e o produto são locações estáticas no edifício. Isto faz com que muitos métodos utilizados com sucesso na indústria manufatureira não sejam aplicáveis à construção. (POPESCU, 1976), (BIRREL, 1980) e (TOIKKANEN, 1996).

Além disso, as pesquisas indicam que muitos construtores vêem o planejamento da construção apenas como um componente do processo de entrega do contrato e, em geral, dão a ele uma menor prioridade do que a outros elementos como gerência do canteiro, seleção de equipes e sistemas de comunicação no canteiro. (COLE, 1991)

A maioria dos trabalhos na construção se enquadra no grupo dos serviços que ocorrem mais de uma vez durante a execução (geralmente muitas vezes) e incluem projetos com serviços que não são repetitivos e outros que são repetitivos. (COLE, 1991)

Projetos repetitivos consistem de um número de unidades similares ou idênticas. Uma unidade pode simplesmente ser um pavimento tipo em um edifício alto, uma casa modelo em um conjunto habitacional, uma seção típica em uma rede de tubulações, ou o projeto de uma estrada. Na literatura esta classe de projetos também é identificada como projetos lineares (SELINGER, 1980), (REDA, 1990) e (MOSELHI e EL-RAYES, 1993).

Um planejamento e programação eficiente de projetos repetitivos necessita de continuidade de trabalho para as equipes. O principal objetivo da continuidade é a maximização da utilização do recurso, definindo um cronograma programado por recurso que não apenas evita tempos ociosos das equipes e equipamentos, mas também

aumenta os efeitos da curva de aprendizagem e minimiza o esforço extra associado com interrupções do trabalho (SELINGER, 1980), (RUSSELL e CASELTON, 1988), (MOSELHI e EL-RAYES, 1993) e (THABET e BELIVEAU, 1994).

"Os efeitos aprendizagem, continuidade, e concentração partem do princípio que se o trabalho for apresentado em grandes quantidades, de forma repetitiva, e não havendo interrupções na sua execução naturalmente se obtém maiores produtividades pelo treinamento do trabalhador, o desenvolvimento de máquinas e ferramentas de apoio e pela possibilidade de ganhos elevados" (HEINECK, 1991)

Diante deste panorama, os métodos de planejamento e programação foram desenvolvidos, procurando atender as necessidades de fornecer continuidade de serviços às equipes, adaptando-se às demais características dos empreendimentos de construção civil.

Pouco se sabe sobre métodos de planejamento e programação anteriormente ao início do século quando Henry L. Gantt e Frederick W. Taylor popularizaram a representação gráfica do trabalho versus tempo que é a base dos gráficos de barra atuais. Este é o primeiro registro conhecido de consideração científica do problema de programação do trabalho (McGOUGH, 1982).

Desde então, inúmeras foram as técnicas desenvolvidas, muitas vezes fazendo pequenas modificações ou adaptações em técnicas anteriores. Isto acabou gerando uma relação enorme de técnicas e métodos, das quais pode-se citar:

- Método de Produção Vertical (VPM) para a programação de edifícios altos (OBRIEN, 1975);
- Método de Cadeia (Chain Method) para a programação de projetos lineares ou repetitivos (POPESCU, 1976);
- Método de Programação Espaço Tempo (STRADAL e CACHA, 1982);
- A Programação Lógica Vertical e Horizontal (HVLS) para projetos de múltiplos andares (THABET e BELIVEAU, 1994);

- HSM (Método de Simulação Hierárquica), um método de planejamento baseado em simulações (SAHWNEY e ABOURIZK, 1995);
- HISCHED, um outro sistema de planejamento para a construção de edifícios altos (SHAKED e WARSZAWSKI, 1995);
- TOIKKANEN (1996) ainda sugere a utilização do sistema de produção JIT (Just in Time) para projetos repetitivos de reformas, procurando limitar o tempo necessário por apartamento e atingir uma velocidade de produção constante com alta produtividade;
- MENDES JR. (1996) propõe um método de programação de projetos repetitivos baseado em uma planilha eletrônica.

De todas as técnicas apresentadas, algumas possuem uso mais restrito, outras têm uso mais amplo, mas todas buscam um aperfeiçoamento para poderem ser melhor utilizadas para o planejamento e controle dos serviços, com facilidade de aplicação e aceitação por parte do pessoal de obra e com dados passíveis de serem atualizados e apresentados em relatórios de fácil visualização.

Nesta pesquisa duas técnicas serão exploradas para a obtenção dos resultados expostos anteriormente: a Linha de Balanço e o Método do Caminho Crítico (CPM). Os conceitos, vantagens e desvantagens são mostrados a seguir para traçar um perfil dos dois métodos e verificar a possibilidade de criação de um terceiro método baseado em ambos.

2.2 LINHA DE BALANÇO

2.2.1 HISTÓRICO E CONCEITOS

A técnica da Linha de Balanço é um método de programação desenvolvido pela Marinha Americana no começo da década de 50. Foi inicialmente aplicada para o controle de produção e manufatura industrial, onde o objetivo era obter ou avaliar a taxa de fluxo dos produtos acabados em uma linha de produção. (SARRAJ, 1990)

A técnica tem sido usada desde então para o planejamento e programação de projetos repetitivos como condomínios residenciais, edifícios altos, produção de peças pré-moldadas de concreto, construções de estradas, pontes extensas. Técnicas de programação linear são conhecidas por serem os métodos mais ajustáveis para o gerenciamento completo destes tipos de projeto de construção. A técnica da Linha de Balanço é um destes métodos de programação linear que utilizam métodos como o Método do Caminho Crítico (CPM), o PERT e o gráfico de barras, mas não os substitui. (SARRAJ, 1990) e (SUHAIL e NEALE, 1994)

Na literatura encontra-se uma infinidade de nomes para as técnicas voltadas a programação de projetos repetitivos ou lineares. Todas estas técnicas baseam-se nos mesmos princípios. Estes chamados métodos de programação linear (LSM) ou diagramas espaço-tempo ou linhas de fluxo conceitualmente reeditam o método da Linha de Balanço. (HANDA e BARCIA, 1986)

A proposição da Linha de Balanço é planejar, monitorar e controlar a execução das atividades unitárias de tal forma que o mínimo tempo de execução seja atingido (CARR e MEYER, 1974)

A técnica consiste na plotagem dos serviços repetitivos de um projeto em um gráfico onde o eixo horizontal traz a escala de tempo e o eixo vertical define os locais e a sequência de execução (espaço). A partir disto ritmos de produção são definidos para cada equipe pelo ângulo formado com o eixo horizontal e pela tentativa de proporcionar continuidade de trabalho às equipes.

2.2.2 VANTAGENS NA UTILIZAÇÃO

A técnica da Linha de Balanço tem como maiores benefícios: ser um método simples; ter um formato gráfico facilmente interpretado e com a possibilidade de visualizar o projeto inteiro; poder ser utilizada rapidamente para determinar o que está errado com um projeto e poder identificar gargalos futuros em potencial.

Adicionalmente, a continuidade de trabalho e o ritmo de produção para cada equipe são mantidos (CARR e MEYER, 1974), (REDA, 1990) e (LUTZ e HIJAZI, 1993).

A técnica fornece dimensões únicas e úteis para os usuários perceberem quando um projeto está fora de balanceamento além da sua essência em capitalizar os ganhos da repetição (SUHAIL e NEALE, 1994)

É fácil de calcular e interpretar e pode a partir daí ser útil para decisões do pessoal de campo (CARR e MEYER, 1974).

2.2.3 DESVANTAGENS NA UTILIZAÇÃO

A técnica da Linha de Balanço teve poucas aplicações na indústria da construção, embora ofereça vantagens para a construção de várias unidades repetitivas. (POPESCU, 1976). Já COLE (1991) aponta justamente esta limitação da Linha de Balanço de ser melhor usada para serviços altamente repetitivos como a causadora da perda de flexibilidade para poder ser utilizada na maioria das construções.

Uma das explicações para isto é o fato de que o método não foi formalizado suficientemente para ser representado por um corpo de algoritmos bem testados (SARRAJ, 1990).

Como consequência, uma das maiores limitações da metodologia da Linha de Balanço é que ferramentas computadorizadas para automatizar esta técnica não estão atualmente disponíveis no mercado (LUTZ e HIJAZI, 1993) e segundo SARRAJ (1990) nenhuma tentativa tinha sido feita até a época para a sua implantação em computador.

CHYZANOWSKI e JOHNSTON (1986) considera que o problema principal da Linha de Balanço é que seu uso é restrito a projetos de construção que consistam em serviços repetitivos. Serviços discretizados podem ser incluídos, mas se um maior detalhe se faz necessário, o serviço deve estar referenciado a um cronograma de rede. Se

serviços repetitivos em um projeto possuem diferentes coordenadas de eixo, então cronogramas separados devem ser desenhados para eles.

SUHAIL e NEALE (1994) complementam que a técnica ainda não está suficientemente ajustada para trabalhar com projetos repetitivos onde a rede de trabalho da unidade típica é complexa e possui muitos caminhos paralelos. É inviável em projetos extensos, difícil para atualizar ou reprogramar, e não fornece imediatamente uma medida precisa do tempo de progresso de um projeto.

Outro problema com a Linha de Balanço é que o uso de uma outra ferramenta, como o PERT/CPM, faz-se necessário para obter a duração desta unidade típica. (LOSSO e ARAÚJO, 1996)

2.3 MÉTODO DO CAMINHO CRÍTICO (CPM)

2.3.1 HISTÓRICO E CONCEITOS

Sistemas de programação com diagramas de rede de trabalho originaram-se durante os anos de 1957 e 1958, quando um grupo de uma divisão da Empresa Sperry Rand que trabalhava juntamente com a DuPont idealizou o Método do Caminho Crítico (CPM) para programar e controlar custos de construções, manutenção e paradas de usinas de processamento químico. O método foi inventado por James E. Kelly e Morgan Walker. Ao mesmo tempo o Escritório de Projetos Especiais da Marinha Americana desenvolveu uma técnica de gerenciamento integrada para usar no programa do míssil Polaris conhecida como PERT. Mesmo superficialmente diferentes, tanto o CPM quanto o PERT usam uma rede de trabalho como modelo para um projeto real (POPESCU e BORCHERDING, 1975) e (McGOUGH, 1982).

O uso de técnicas de rede para o planejamento, programação e controle da construção tem crescido gradualmente, mas não no ritmo previsto quando elas foram inicialmente introduzidas na construção. O esforço necessário para desenvolver e atualizar redes complexas desencorajou muitas construtoras. Embora a representação de

projetos lineares seja possível em uma rede, a complexidade adicional também desencorajou alguns no uso do método ou para interpretar o cronograma (JOHNSTON, 1981)

NAAMAN (1974) explica que a indústria da construção tem sido lenta em adotar técnicas de rede de trabalho para suas operações de planejamento e controle. O método de guardar tudo na cabeça ainda é largamente utilizado para programar pequenos projetos.

No Método do Caminho Crítico (CPM) o objetivo é estabelecer uma mínima necessidade de tempo para os projetos, fazendo uso das durações de cada serviço, a um custo mínimo. (PERERA, 1980)

2.3.2 VANTAGENS NA UTILIZAÇÃO

O CPM é o método preferido por construtoras de qualquer porte (ALKAYYALI et al., 1993) e junto com o Gantt são as técnicas de planejamento mais amplamente utilizadas. (EAST e KIM, 1993).

DAVIS (1974) em um estudo com as 400 maiores empresas de construção dos Estados Unidos obteve uma série de conclusões sobre a utilização do CPM para o planejamento e controle dos serviços, que apresenta-se a seguir.

O benefício mais freqüentemente citado está nas melhorias no planejamento dos serviços do projeto antes do início da construção. O segundo benefício mais freqüentemente citado é o controle melhorado das atividades em andamento. Um melhor planejamento de trabalho leva a um melhor controle do trabalho real do que aconteceria sem o plano. Somente 16% das empresas notaram que economias de custo foram obtidas como resultado do uso do CPM. Entretanto, outras firmas perceberam que economias em tempo e custo foram provavelmente obtidas, mas estavam relutantes em declarar tais economias na falta de dados de apoio. Aproximadamente 20% dos usuários não

indicaram nenhum benefício obtido como resultado do uso do CPM e muitos nesta categoria acrescentaram: “Nenhum benefício foi obtido, somente custos maiores!” Entre os benefícios declarados na outra categoria estavam resultados como melhorias nas datas de entrega de materiais e equipamentos e apresentações de venda mais eficientes para clientes. O maior benefício em nossa empresa foi a necessidade dos gerentes de projeto e obra saberem o projeto com detalhe antes do trabalho já estar executado?”

Outra conclusão obtida da pesquisa realizada por DAVIS (1974) é que em empresas em que existia grande apoio da gerência no uso da ferramenta, havia maior satisfação e melhores resultados obtidos.

EAST e KIM (1993) definem que o CPM é necessário para assegurar um planejamento adequado e coordenação do trabalho contratado com o trabalho de outros, para fornecer um meio de medir a execução do trabalho, para auxiliar o escritório contratante na avaliação da razoabilidade do cronograma proposto, na avaliação de necessidades futuras de fundos, para auxiliar na avaliação do progresso do trabalho e apoiar a avaliação dos prazos.

JAAFARI (1984) explica que apesar da crítica numerosa, o projeto e planejamento da construção deve ser feito usando a programação CPM. Os principais fatores afetando o planejamento bem-sucedido são estimativas realistas da produtividade das equipes no contexto das condições de eficiência do trabalho de gerenciamento esperadas, e inclusão de suficientes espaços de tempo entre equipes diferentes. O CPM é considerado igualmente útil como uma ferramenta para projetos lineares ou repetitivos.

NAAMAN (1974) concorda que projetos lineares e outros são melhores programados com o CPM. A rede de trabalho pode ser utilizada para compreender uma relação de serviços, cada qual pode compreender uma cadeia de operações repetitivas executadas por uma equipe composta de produtividade conhecida. A continuidade do trabalho das equipes pode ser assegurada incluindo-se as atividades relevantes na sequência preferida.

NAAMAN (1974) ainda acrescenta que o gráfico CPM do projeto ajuda na visualização das relações entre os serviços e mostra o nível de complexidade do projeto.

2.3.3 DESVANTAGENS NA UTILIZAÇÃO

BIRRELL (1980) defende de maneira veemente a falta de compatibilidade entre o CPM e a realidade da construção civil com uma série de argumentos:

O conceito de CPM e PERT foi criado no ambiente industrial militar onde a segurança nacional americana pôs um peso baixo em controle de custos e uso eficiente de recursos. Para os que controlam os recursos da construção, minimizar o consumo de recursos em um projeto normal de construção é mais desejável que minimizar a duração total do projeto.

Ao longo das últimas décadas a indústria da construção civil tentou utilizar o CPM e PERT com resultados insatisfatórios devido às suas incompatibilidades com a essência do processo construtivo. Se alguns construtores precisam fornecer uma rede PERT/CPM em uma licitação como exigência do cliente, geralmente contratam um consultor para fazê-lo, repassam seu custo para o cliente e continuam a gerenciar o projeto na sua própria maneira.

Outra falha no uso do CPM e PERT na construção deriva das impressões (relatórios de computador) sendo liberados no canteiro. Geralmente os gerentes de obra não entendem estes relatórios e frequentemente estão muito ocupados para despende tempo em aprendê-los.

CHYZANOWSKI e JOHNSTON (1986) aponta que a maior desvantagem do CPM é que para projetos complexos ele se torna extremamente detalhado. A partir daí, o pessoal de campo (obra), que geralmente não está treinado para entender as metodologias do CPM, acham o cronograma confuso e por isso, sem utilidade.

DAVIS (1974) e KAVANAGH (1985) concordam que a preocupação mais freqüentemente declarada pelos usuários do CPM é que o pessoal de obra que deve executar o trabalho, ou supervisioná-lo, não está usando o sistema na realidade. O gerente de obras certamente vê o CPM como algo que é imposto a ele por forças externas, que consome grande quantidade de tempo e dinheiro para produzir e um cronograma que invariavelmente está sem precisão. A implementação de um sistema CPM requer uma quantidade de trabalho excessiva. Complexidade de entrada e saída de dados e detalhes e papéis excessivos gerados pelo sistema são um dos motivos desta preocupação.”

A programação pelo CPM é cara para ser executada. Relatórios de Status tomam tempo para atingir os gerentes e decisores e, no momento em que eles recebemos, a informação contida neles está desatualizada (JAAFARI, 1984).

O método do caminho crítico (CPM) é desenvolvido de uma maneira que o faz predominar na indústria. Entretanto, seu uso em projetos repetitivos é desafiado pela sua incapacidade em responder prontamente ao incidente de mudar a seqüência de trabalho nas unidades típicas e manter a continuidade de trabalho para as equipes. Tanto praticantes quanto estudiosos declararam seu desapontamento com a aplicação do CPM em projetos repetitivos (SUHAIL e NEALE, 1994).

REDA (1990) afirma que o uso do CPM para a programação de projetos repetitivos tem três grandes desvantagens. Primeiro, requer um grande número de serviços para representar o projeto. Segundo, o CPM não garante a continuidade do trabalho. Terceiro, para minimizar o custo do projeto, o CPM encurta somente serviços críticos aumentando os recursos alocados a eles e assim aumenta seus ritmos de produção.

LOSSO e ARAÚJO (1996) explicam que para construções onde há quantidades significativas de repetição, o CPM possui limitações, por não considerar as simplificações que a repetição oferece.

SAHWNEY e ABOURIZK (1995) e NAAMAN (1974) acrescentam que o CPM e o PERT não permitem a inclusão de loops (ciclos) ou feedbacks (retroalimentação) ao plano além do uso de alternativas ou condicionantes e LAUFER e TUCKER (1987) afirma que apesar do PERT e CPM terem sido usados por várias décadas, seu sucesso tem sido limitado. Uma pesquisa em grandes empresas de construção mostrou que apenas 15% dos usuários do PERT/CPM utilizam-nos com sucesso.

2.4 PROGRAMAÇÃO DE OBRAS COM COMPUTADOR

Praticamente todos os softwares de gerenciamento de projetos que são capazes de manipular projeto de tamanho significativo são baseados em alguma forma de programação CPM. Pesquisas conduzidas por uma equipe da indústria de ponta e profissionais acadêmicos concluíram que os sistemas de gerenciamento de projetos são necessários para planejamento e subsequente controle destes projetos. Foi também mostrado que devido à independência natural das atividades dentro de um grande projeto, alguma forma de rede de planejamento é mandatória. (BIRRELL, 1984)

Embora os softwares de programação suportem uma variedade de características, o uso consistente do CPM para projeto sem a necessária infraestrutura para apoiar um programador em tempo integral não parece ter aumentado. Uma razão pela qual o uso do CPM não aumentou, apesar do desenvolvimento de novas características do CPM pelos fabricantes, é que os participantes do projeto têm dificuldade em receber os dados de programação em um formato útil. (EAST e KIM, 1993)

Muitos programas de gerenciamento de projetos incluem opções permitindo que a duração de uma atividade dependa da quantidade de recursos disponíveis ou utilizados. Alguns programas também possuem ferramentas para mostrar sobrecarga de recursos e até mesmo nivelamento. Entretanto, gerentes de obra tendem a evitar usar estas ferramentas porque sentem que perdem o controle do processo. Mesmo teoricamente, a combinação do CPM e nivelamento de recursos tem sido demonstrada como não sendo eficaz com recursos.

Algumas companhias usam softwares de gerenciamento de projetos comerciais para planejar atividades em estágios preliminares do projeto, mas poucas usam-nos para produzir planos de produção para projetos em andamento. Isto significa que os cronogramas raramente são produzidos pelos mesmos gerentes de obra que supostamente utilizar-nos-iam, e que eles quase nunca são revistos ou detalhados usando o programa durante o processo de construção. No entanto, mesmo se o desenvolvimento do CAD para a produção de desenhos e softwares para diferentes cálculos são áreas em crescimento, os sistemas disponíveis obviamente não atingiram as necessidades dos canteiros de obra no planejamento e controle do dia-a-dia. O planejamento na obra é quase sempre feito manualmente.

Há dois grandes problemas a serem solucionados quando se utilizar computadores na prática diária em obra: tempo e credibilidade. As pessoas na obra são forçadas a serem orientadas por ações e estão acostumadas a ter responsabilidades. Os sistemas computacionais para uso em canteiro precisam, desta maneira, livrar ao invés de consumir tempo e devem clarear a situação ao invés de apresentar uma solução pronta. Até agora, os sistemas computacionais para gerenciamento da construção não foram capazes de atender a estas demandas cruciais. (JAGBECK, 1994)

Uma barreira significativa ao uso de sistemas computadorizados no planejamento e controle de projetos caracterizados por repetições significativas (edifícios altos, pontes, redes de água, túneis, estádios, estradas e conjuntos habitacionais) é colocada pelo tédio em descrever tais projetos, juntamente com as dificuldades de testar estratégias de construção alternativas e manter o cronograma atualizado com as mudanças de objetivos, lógica e local de trabalho (RUSSEL e WONG, 1993).

2.4.1 O SOFTWARE TIME LINE

O Time Line é um software para gerenciamento de projetos produzido por uma empresa norte-americana denominada Time Line Solutions. A versão utilizada neste trabalho é a 6.5, a mais recente até novembro de 1997, desenvolvida para o sistema operacional Windows 95.

O Time Line é da linha de gerenciadores destinados a projetos de pequeno e médio porte, com limite de aproximadamente 10.000 (dez mil) serviços (WILLE, 1997). Desde as versões mais antigas, lançadas na metade da década de 80 ainda sob a plataforma DOS, o Time Line destaca-se como um dos softwares mais premiados pela sua facilidade de uso e potencial de programação (PC Magazine). Seu maior concorrente nesta categoria é o Microsoft Project for Windows, que disputa com o Time Line a liderança mundial no mercado de softwares gerenciadores de projetos.

No Brasil, a utilização do Microsoft Project é mais difundida devido à facilidade de acesso ao programa, sua melhor distribuição, maior facilidade de aprendizado e suporte técnico mais ativo. Em contrapartida, a grande vantagem do Time Line é oferecer um número maior de ferramentas para adequar a simulação feita no programa ao que realmente acontece nos canteiros de obra. As opções que o Project oferece são muito simplificadas, a citar o quadro de alocação de recursos, o que acaba dificultando o seu uso para o planejamento e controle de projetos mais detalhados ou com maior número de restrições. Este foi o motivo principal para a escolha do Time Line para a realização desta pesquisa.

A versão do Time Line que será utilizada neste trabalho opera em um sistema de base de dados. Isto permite que vários projetos sejam gerenciados em um mesmo arquivo de computador, ou seja, em uma mesma base de dados. É como se fosse possível armazenar todas as obras de uma construtora em um mesmo ambiente fazendo com que recursos como pedreiros, serventes e até mesmo equipamentos como guias ou guinchos sejam compartilhados entre elas. O Time Line gerencia a alocação dos recursos disponíveis evitando que duas obras diferentes necessitem da mesma equipe ou equipamento ao mesmo tempo.

2.4.2 CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA E EQUIPAMENTO UTILIZADO NA PESQUISA

Para ser possível instalar e operar este sistema, a configuração mínima necessária é a seguinte (USER'S GUIDE AND REFERENCE):

- Windows 3.1 ou mais atual, Windows NT ou Windows 95;
- IBM PC com processador 486 ou maior;
- 8 MB de memória RAM (recomendável);
- 38 MB de espaço livre em disco para instalação completa;
- Monitor VGA ou de maior resolução.

Esta pesquisa foi realizada em um microcomputador Itautec IS Multimídia padrão IBM PC com processador 486 DX-2 66 MHz, com 16 MB de memória RAM, monitor Super VGA, 2 GB de espaço livre no disco rígido e com o sistema operacional Windows 95 instalado. Desta forma, quaisquer tempos de processamento descritos no conteúdo deste trabalho referem-se a esta configuração de sistema.

2.5 O MÉTODO DE PROGRAMAÇÃO PROPOSTO

Em construções repetitivas não há dúvidas que a aplicação independente do método da Linha de Balanço e do CPM não satisfaz seu usuários (SUHAIL e NEALE, 1994).

A presente pesquisa propõe-se a testar as vantagens destes dois métodos de programação de obra, simulando sua utilização conjunta em softwares de gerenciamento de projetos.

Segundo ALKAYYALI et al. (1993), o uso de técnicas de programação deve ser flexível para atender às necessidades específicas dos clientes e equipes de cada projeto, o planejamento e controle de um projeto deve ser ágil para incorporar modificações

facilmente e aplicações de computador devem ser tão simples e gráficas quanto possível para poupar o tempo dos supervisores e gerentes de construções que precisam despendar mais tempo gerenciando seus projetos.

O método de programação proposto neste trabalho é um aproveitamento dos conceitos inerentes à técnica da Linha de Balanço aplicando-a ao Time Line, que trabalha sob uma lógica PERT-CPM.

Quando fala-se em conceitos da técnica da Linha de Balanço aproveitados pelo método proposto, refere-se aos seguintes tópicos:

- Programação por unidade básica: o método utiliza esta característica da Linha de Balanço para organizar os serviços dentro de um sistema lógico que facilita a elaboração da rede de precedências, bem como a repetição da programação de uma unidade básica para todas as demais e até mesmo a elaboração a posteriori de filtros e relatórios gerenciais.
- Equipes especializadas: assim como na elaboração de uma programação pelo método da Linha de Balanço, o método proposto neste trabalho também preconiza a utilização de equipes especializadas em cada serviço programado. Este conceito é de suma importância, pois a sua utilização permitirá a realização de simulações de programação com as mais variadas situações de disponibilidade de recursos e estratégias de ataque ao canteiro.
- Continuidade do trabalho: a lógica de programação do software aliada a este conceito otimiza a utilização dos recursos empregados no empreendimento, reduzindo a ociosidade das equipes, organizando a abertura de frentes de trabalho e definindo metas para contratações de empreiteiros.

Este método é uma aplicação do LOB/CPM (SUHAIL e NEALE, 1994) ao software Time Line. O que busca-se é a rapidez na elaboração de cronogramas com riqueza de informações para obras repetitivas, com a possibilidade e a flexibilidade de executar simulações.

A idéia para a mesclagem dos dois métodos surgiu a partir das fortes indicações dadas pela literatura existente:

A Linha de Balanço seria melhor utilizada como um complemento para o CPM. A Linha de Balanço pode ser usada como uma substituta em projetos repetitivos relativamente simples somente. Entretanto, em projetos maiores, o desenvolvimento paralelo de ambos os diagramas vai melhor ajudar o esforço de planejamento. Os métodos de rede geram melhor os dados numéricos necessários para gerentes de projeto e executivos formularem suas decisões chaves. Geralmente as redes são muito confusas para as equipes de campo as utilizarem efetivamente. Devido a isto, a Linha de Balanço pode ser implementada como uma ferramenta de gerenciamento efetiva nos níveis de campo e usada em níveis mais altos de gerenciamento para resumir o planejamento, programação e o progresso quando um visual gráfico é necessário. (CHRZANOWSKI e JOHNSTON, 1986)

Combinando as disciplinas lógicas dos métodos de rede e os princípios dos métodos de Linha de Balanço, onde preocupa-se com o ritmo que os eventos e serviços ocorrem, o poder das redes é mantido sem aumentar a carga administrativa além daquela produzida pelo controle de gráfico de barras. (POPESCU, 1976)

MENDES JR. (1996) afirma que a técnica da Linha de Balanço integrada à técnica do Método do Caminho Crítico (CPM) utilizada para o planejamento dos serviços permite uma visualização gráfica instantânea do andamento da obra, não alcançada pelos programas comerciais de planejamento de projetos.

Análises de rede e técnicas de Linha de Balanço têm sido combinadas em sistemas de computador e usadas com sucesso no Canadá. (COLE, 1991)

Os veteranos da construção abandonaram a utilização do CPM em projetos de construções repetitivas, que são geralmente projetos grandes e que fornecem largas frentes para emprego de recursos. Isto estimulou pesquisa intensa nas últimas décadas para combinar os méritos dos dois métodos. Infelizmente, a aplicação da Linha de

Balanço quase desapareceu e a aplicação do CPM falhou em responder às freqüentes mudanças na seqüência de operações entre as unidades repetitivas e manter a continuidade de trabalho para as equipes. O CPM/LOB finalmente reviveu a Linha de Balanço e atingiu o objetivo de integrar os méritos dos dois métodos. Está centrado no nivelamento de recursos e na utilização de tempos de folga para delinear o processo de programação e atingir as metas de projeto em produtividade e custos reduzidos. A virtude do CPM/LOB está na sua simplicidade de aplicação que permite que o usuário planeje e controle efetivamente utilizando uma ferramenta com a qual ele já está familiarizado: o CPM. Não implica em treinamento adicional no software, o que não se espera que o pessoal operacional receba bem. Está baseado em taxas de produção programadas por recurso que podem ser prontamente revisadas e podem produzir informações avançadas da Linha de Balanço incorporando tempos de folga com a utilização da capacidade de gerenciamento de recursos dos softwares de CPM. Elimina os problemas associados com a mudança de seqüência de operações com um mínimo de entrada de informações e indica seu impacto na data de conclusão. Mantém uma continuidade prática de trabalho para as equipes e respeita as relações lógicas de precedência em paralelo das redes das unidades típicas. O usuário dispõe de uma considerável vantagem em avaliar os impactos de atrasos e de efeitos da programação por recursos, o que auxiliaria na simulação de atrasos e utilização sensível de tempos de folga. O método fortalece as características poderosas dos softwares de CPM contemporâneos e capacita a Linha de Balanço para beneficiar-se do desenvolvimento do CPM. (SUHAIL e NEALE, 1994)

Aplicando-se o CPM/LOB no Time Line pretende-se obter resultados positivos como um processo ágil de planejamento e relatórios de fácil entendimento, pois conforme FERNANDES e HEINECK (1996) afirmam: a moderna técnica de gerência preconiza a ação participativa de todos os envolvidos no processo produtivo. Portanto uma comunicação clara e abrangente se faz necessária para que a programação possa ser absorvida e transmitida até mesmo por pessoal menos qualificado, porém de importância vital para o sucesso do programa estabelecido, como mestres de obra e oficiais.

Em geral, a pesquisa e experiência industrial, confirmada pelos estudos de caso, mostram que a maioria dos projetos podem ser modelados com sucesso, usando o CPM ou o modelo da Linha de Balanço. Entretanto, como a maioria dos contratos possuem características duplas (atividades repetitivas e não repetitivas), nenhum sistema isolado atinge todas as necessidades do construtor para o planejamento e monitoramento do trabalho de construção. (COLE, 1991)

CAPÍTULO III - METODOLOGIA DE APLICAÇÃO DO MÉTODO – ESTUDO DE CASO

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA ESTUDADA

Uma das premissas básicas desta pesquisa foi trabalhar com uma empresa que possuisse índices de produtividade próprios ou que, no mínimo, disponibilizasse seus dados para levantamento. Esta oportunidade surgiu em uma empresa curitibana denominada Casteval Construção e Incorporação Ltda.

A Casteval caracteriza-se por ser uma empresa extremamente tradicional na construção de condomínios residenciais horizontais na cidade de Curitiba. A empresa tem 35 anos de existência e uma peculiaridade: todas as obras, inclusive o escritório central, localizam-se no bairro de Santa Felicidade e redondezas, uma região nobre que abriga a maioria das famílias de origem italiana da cidade.

Possui cerca de 150 funcionários, sendo 20% em funções técnico-administrativas e os 80% restantes em obra. A execução dos serviços para a construção dos condomínios é feita em parte por funcionários horistas, parte por tarefeiros (especializados em um único serviço) e outra parte por sub-empreiteiros. Aos horistas cabe a execução de pequenos serviços, muitas vezes apenas reparos ou retrabalhos; os tarefeiros são responsáveis por serviços especializados como execução de lareiras, churrasqueiras, emboço de cumeeiras, instalações hidráulicas, elétricas e colocação de azulejos; e aos sub-empreiteiros cabe, geralmente, a execução da chamada obra bruta, ou seja, a construção da casa desde a fundação até o calfino, mas também há sub-empreiteiros que executam itens de acabamento.

A empresa tem uma produção de aproximadamente 650 m² por mês. O padrão de construção varia de condomínio para condomínio. Existem condomínios com casas de

altíssimo padrão de acabamento e condomínios com casas de área e padrão menores. As obras são financiadas parcialmente pela própria construtora e parcialmente por instituições financeiras (bancos).

Recentemente a Casteval adotou a estratégia de apresentar já no lançamento dos empreendimentos várias opções de projeto á escolha dos clientes. Entre estas opções de projetos está, por exemplo, a possibilidade do cliente escolher entre um quarto de empregada com banheiro ou um escritório com lavabo.

3.2 CARACTERIZAÇÃO DA OBRA ESTUDADA

No mês de novembro de 1997 a empresa estava com 6 (seis) obras em andamento. Entre estas obras estava em início de execução a obra Castel Vicenza Condominium que foi o objeto do Estudo de Caso deste trabalho.

Para o levantamento complementar de alguns dados também tomou parte da pesquisa a obra Castel Valenza Condominium, por estar em fase de execução bastante adiantada e por possuir características de projeto e acabamento similares ao condomínio programado.

O Castel Vicenza Condominium é um condomínio fechado composto por 21 residências térreas. As residências possuem área construída aproximada de 150 m², em lotes com cerca de 300 m². O padrão de acabamento é de médio a alto. Como já comentado, os projetos básicos (ver Figura 3.1) podem ser personalizados ao longo da execução, ou seja, o cliente pode modificar a disposição dos cômodos, além de escolher vários itens de acabamento como azulejos, esquadrias, cor das tintas, pedras entre outros.

Esta obra faz parte de uma linha de condomínios que a empresa vem lançando com muito sucesso nas vendas, por se tratarem de casas relativamente grandes, com custo e formas de pagamento acessíveis, atingindo uma larga fatia do mercado.

O início da construção das casas estava previsto para 03/11/97 e o prazo para conclusão, conforme planilha de comercialização é 30/11/98, o que define como 13 meses o período para edificação do empreendimento.

3.3 LEVANTAMENTO DA LISTA DE SERVIÇOS E ESFORÇOS (HH) REAIS

Para que a elaboração de uma programação reflita as situações mais próximas possíveis do que ocorrerá no canteiro quando a obra for executada é preciso antes de mais nada entender como a empresa constrói e quais são seus índices de produtividade. Segundo MADERS (1987), a programação em si mesma não trará benefícios à produção se não estiver baseada em fatos reais, do dia-a-dia em obra. Para que tanto o planejamento quanto a programação estejam fundamentados na realidade das obras, o profissional ou equipe responsável por sua concepção deverá dominar o processo construtivo da construção.

Para o entendimento do processo construtivo da Casteval foram realizadas observações preliminares no condomínio Castel Valenza, executado anteriormente ao condomínio programado. Foram coletados dados detalhando todos os serviços realizados e horas de oficiais consumidas em uma das casas deste condomínio. Vale a pena observar que em alguns serviços como preparo do terreno e limpeza geral, entre outros, os serventes são responsáveis diretos pela produção. Nesses casos os valores de horas consumidas pelos serventes foram tratados como se fossem horas de oficiais.

Estes dados deram origem a uma primeira lista de operações que foram executadas na casa estudada. A intenção era utilizar esta lista para a programação do outro condomínio mas, por ser extremamente detalhada, ela acabou ficando muito extensa, o que prejudicaria o posterior controle de execução dos serviços. Surgiu então a necessidade de criar uma lista mais resumida com itens mais abrangentes que agrupassem as operações detalhadas. Tomou-se como base para criação destes itens a forma como os serviços são medidos e pagos pela empresa pesquisada e também a composição e movimentação das equipes no canteiro.

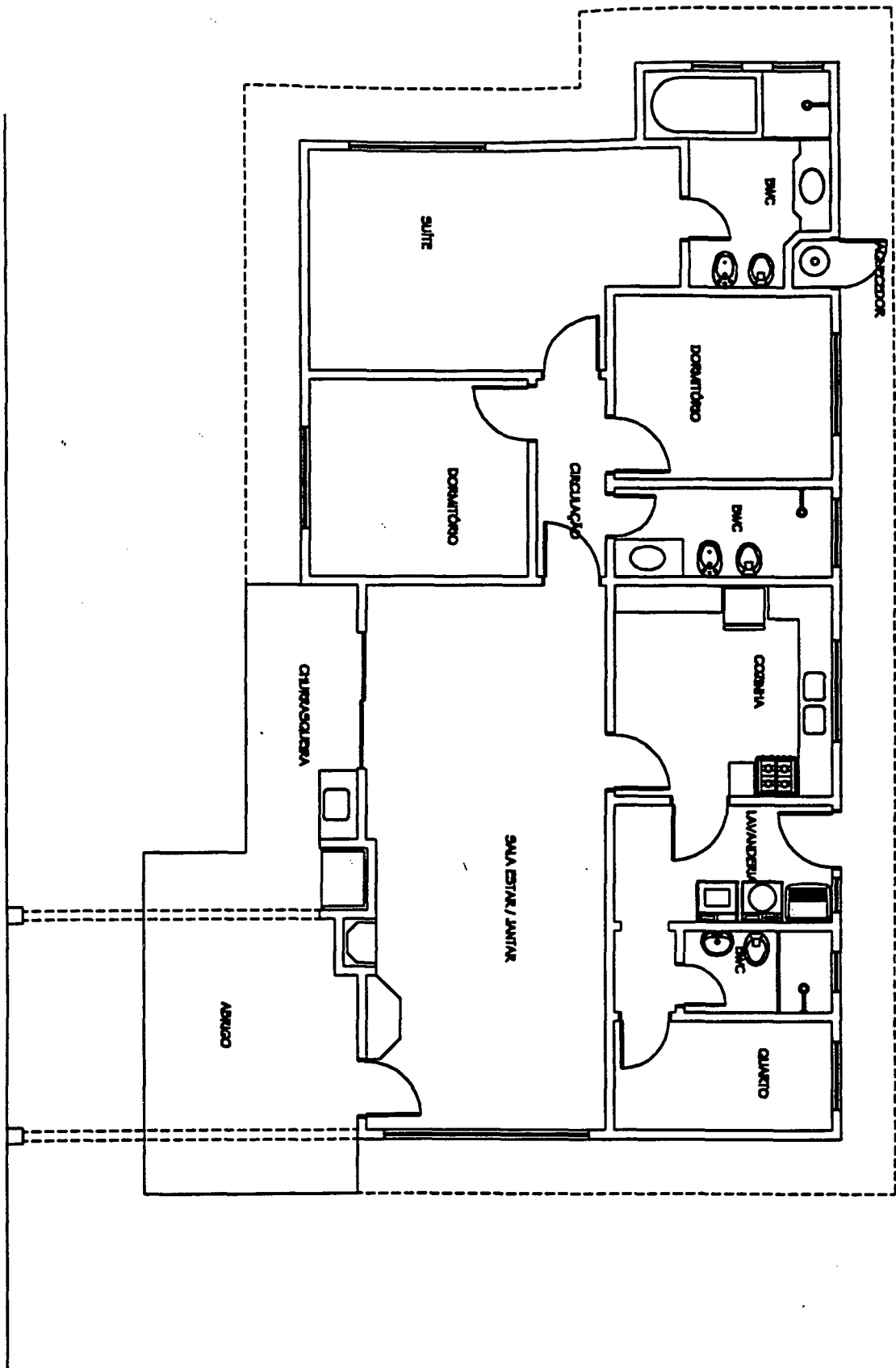


Figura 3.1: Planta baixa de um projeto arquitetônico básico para uma casa do Castel Vicenza Condominium.

A quantidade de Homens-Hora (HH) gastos com cada operação foi obtido a partir da multiplicação da duração da operação pelo número de oficiais que a executaram. Estes valores foram totalizados para cada item da lista resumida para posterior cálculo dos índices de produtividade. No Anexo A são mostradas as tabelas com as operações componentes de cada item da lista resumida, a duração real de cada uma, o número de oficiais que a executaram e o Homem-Hora Total calculado.

3.4 ÍNDICES DE PRODUTIVIDADE E ESFORÇOS (HH) PROGRAMADOS

Com a lista resumida de serviços preparada foram feitos levantamentos de quantitativos nos dois condomínios participantes da pesquisa. Os índices de produtividade e os esforços (HH) programados foram obtidos para todos os serviços de acordo com a tabela e equações mostradas a seguir.

Tabela 3.1: Lista resumida de serviços com quantitativos para os dois condomínios estudados e valores de Homens-Hora correspondentes.

Serviços	HH Total Valenza (1)	Qtd./Casa Valenza (2)	Índice de Produtiv. (3) = (1)/(2)	Qtd./Casa Vicenza (4)	HH Total Vicenza (5) = (3)*(4)
Fundação	180,50 h	97,61 m ²	1,85 h/m ²	113,00 m ²	209,05 h
Tubulação elétrica piso	30,00 h	97,61 m ²	0,31 h/m ²	113,00 m ²	35,03 h
Tubulação de esgoto interno	24,00 h	97,61 m ²	0,25 h/m ²	113,00 m ²	28,25 h
Alvenaria	273,00 h	171,33 m ²	1,59 h/m ²	256,56 m ²	407,93 h
Pilares/vigas/laje	233,00 h	120,80 m ²	1,93 h/m ²	145,00 m ²	279,85 h
Chaminés	14,50 h	3,00 un	4,83 h/un	2,00 un	9,66 h
Tubulação elétrica	49,00 h	120,80 m ²	0,41 h/m ²	145,00 m ²	59,45 h
Tubulação hidro-sanitária/gás	116,50 h	120,80 m ²	0,96 h/m ²	145,00 m ²	139,20 h
Madeiramento telhado	125,00 h	149,24 m ²	0,84 h/m ²	176,54 m ²	148,29 h
Telhamento cerâmico	59,00 h	149,24 m ²	0,40 h/m ²	176,54 m ²	70,62 h
Alvenaria de oitões	42,00 h	34,60 m ²	1,21 h/m ²	51,81 m ²	62,69 h
Chapisco	15,50 h	416,68 m ²	0,04 h/m ²	605,03 m ²	24,20 h
Emboço	367,50 h	416,68 m ²	0,88 h/m ²	605,03 m ²	532,42 h
Contramarcos	67,00 h	17,87 m ²	3,75 h/m ²	21,20 m ²	79,50 h
Peitoris/soleiras	16,00 h	1,88 m ²	8,51 h/m ²	3,30 m ²	28,08 h
Contrapiso	67,00 h	88,74 m ²	0,76 h/m ²	132,00 m ²	100,32 h
Calfino	46,00 h	289,82 m ²	0,16 h/m ²	524,95 m ²	83,99 h
Muros	189,50 h	90,00 m ²	2,11 h/m ²	102,00 m ²	215,22 h
Calçadas	73,00 h	33,96 m ²	2,15 h/m ²	49,87 m ²	107,22 h

Tabela 3.1: Lista resumida de serviços com quantitativos para os dois condomínios estudados e valores de Homens-Hora correspondentes.

Serviços	HH Total Valenza (1)	Qtd./Casa Valenza (2)	Índice de Produtiv. (3) = (1)/(2)	Qtd./Casa Vicenza (4)	HH Total Vicenza (5) = (3)*(4)
Gramma	14,00 h	179,50 m²	0,08 h/m²	197,50 m²	15,80 h
Lareira/churrasqueira	48,00 h	2,00 un	24,00 h/un	2,00 un	48,00 h
Azulejo/piso cerâmico	64,00 h	131,50 m²	0,49 h/m²	152,01 m²	74,48 h
Esquadrias de alumínio/vidros	2,50 h	17,87 m²	0,14 h/m²	21,20 m²	2,97 h
Colagem parquet	28,00 h	65,22 m²	0,43 h/m²	74,92 m²	32,22 h
Banheira	32,00 h	1,00 un	32,00 h/un	1,00 un	32,00 h
Esquadrias de madeira	14,50 h	10,00 un	1,45 h/un	12,00 un	17,40 h
Massa corrida	28,50 h	220,61 m²	0,13 h/m²	363,55 m²	47,26 h
Pintura 1ª demão	12,00 h	220,61 m²	0,05 h/m²	363,55 m²	18,18 h
Fiação/acabamentos elétricos	12,00 h	120,80 m²	0,10 h/m²	145,00 m²	14,50 h
Tampos/louças/metais	5,00 h	9,00 un	0,56 h/un	9,00 un	5,04 h
Acabamentos hidráulicos	4,00 h	9,00 un	0,44 h/un	9,00 un	3,96 h
Lixamento parquet	14,00 h	65,22 m²	0,21 h/m²	74,92 m²	15,73 h
Pint.Ext. (liq., text., 1ª demão)	28,50 h	91,36 m²	0,31 h/m²	129,77 m²	40,23 h
Pintura interna 2ª e 3ª demãos	8,00 h	441,22 m²	0,02 h/m²	727,10 m²	14,54 h
Verniz/acabamentos portas	8,00 h	10,00 un	0,80 h/un	12,00 un	9,60 h
Enceramento/limpeza	15,00 h	120,80 m²	0,12 h/m²	145,00 m²	17,40 h
Entrega	0,00 h	-	-	-	0,00 h
Total	2326,00 h	120,80 m²	19,50 h/m²		

O serviço Entrega incluído na lista é classificado como serviço Marco (Milestone) por possuir duração zero. Estes serviços são incluídos na programação para identificar eventos ou momentos importantes dentro do projeto. Servem para balizar o andamento da obra durante a sua execução funcionando como um ponto de referência para análises do tipo previsto versus realizado. Os marcos também são úteis para programação de metas de produção que podem, inclusive, constar em contratos de empreitada.

3.5 PROGRAMAÇÃO DA OBRA NO TIME LINE

Com a lista de serviços e esforços (homens-hora) calculados para a execução da obra do Castel Vicenza tem-se dados suficientes para iniciar a programação no software Time Line.

3.5.1 CRIAÇÃO DO AMBIENTE DO PROJETO

Antes de fornecer ao programa a lista de serviços e esforços obtida com o levantamento preliminar é importante criar condições básicas para o planejamento, configurando o ambiente de trabalho.

Estas condições referem-se a:

- Informações gerais do projeto;
- Calendário geral do projeto;
- Opções de cálculo;
- Preferências de programação.

3.5.1.1 Informações gerais

Para melhor identificação de relatórios e procedimento de cálculos, as primeiras informações que o programa deve receber são:

- a) Nome do projeto ou da obra que está sendo programada, no caso, Castel Vicenza Condominium;
- b) Nome do gerente do projeto ou engenheiro da obra;
- c) Data programada para início da obra, ou seja, data programada para início do primeiro serviço a ser executado. Para o Estudo de Caso entra-se neste campo a data de 03/11/97 fornecida como início dos trabalhos da porção repetitiva da obra (Nesta programação estará sendo considerada apenas a construção das casas do condomínio, que formam esta porção repetitiva. Não entram no estudo serviços relativos à infra-estrutura do empreendimento, tais como: Redes de água, esgoto, águas pluviais, elétrica, telefônica, circuito fechado de TV e TV a cabo, Pavimentação, Portaria, Cancha de esportes e Salão de festas que formariam a porção não repetitiva da obra).

Project Information

GENERAL INFORMATION

Project Name:

Castel Vicenza Condominium

Manager:

Gerente do projeto

Project Start Date:

03/11/97

PROJECT STATISTICS

Tasks: 0

Resources: 10

Baseline

Current Project

Start:

03/11/97

End:

03/11/97

Duration:

0d

Effort:

0d

Cost:

OK

Cancel

Figura 3.2: Tela Project Information com as informações gerais do projeto.

3.5.1.2 Calendário global do projeto

O Time Line trabalha com dois tipos de calendário: um calendário global do projeto (Master Calendar) e outro calendário individual para cada um dos recursos, tais como mão de obra e equipamentos, alocados aos serviços (Resource Calendar). Inicialmente configura-se somente o calendário global do projeto, mesmo porque ainda não estão definidos os recursos que participarão do mesmo. Esta é uma etapa indispensável no início do trabalho, pois caso o calendário seja modificado posteriormente, alterará todos os dados já fornecidos para os serviços.

A configuração do calendário permite que sejam definidos feriados, períodos de férias coletivas e expedientes de trabalho (normais e excepcionais).

a) Expediente de Trabalho

O expediente de trabalho padrão do Time Line chama-se Standard. É um calendário com 9 (nove) horas de trabalho diárias (das 8 às 17 horas) e cinco dias de

trabalho na semana (de segunda à sexta-feira). No entanto, o programa permite que este padrão de expediente seja modificado para as características da empresa.

O expediente de trabalho do projeto desenvolvido no Estudo de Caso compreende 44 horas de trabalho semanal, sendo 9 horas diárias de segunda a quinta e 8 horas na sexta. Estas horas são distribuídas da seguinte forma: entrada às 7 horas e 30 minutos e parada às 11 horas e 30 minutos para almoço; retorno às 12 horas e 30 minutos e final do expediente às 17 horas e 30 minutos (na sexta-feira, o expediente termina às 16 horas e 30 minutos).

b) Feriados

Os feriados podem ser definidos de acordo com o país aonde o projeto será desenvolvido. Como o sistema não possui o calendário do Brasil deve-se, alternativamente, definir os feriados como se fossem períodos de férias com um dia de duração.

Desta maneira, para economizar tempo, deve-se marcar somente os feriados que ocorrem dentro do período previsto para o projeto. A lista dos feriados marcados para o projeto do Estudo de Caso está definida a seguir.

Tabela 3.2: Feriados marcados no período do Estudo de Caso.

Dia	Feriado
24/12/97 (meio expediente)	Véspera de Natal
25/12/97	Natal
31/12/97 (meio expediente)	Véspera de Ano Novo
01/01/98	Ano Novo
23/02/98 e 24/02/98	Carnaval
10/04/98	Páscoa
20/04/98 e 21/04/98	Tiradentes
01/05/98	Dia do Trabalho
11/06/98 e 12/06/98	Corpus Christi
07/09/98	Proclamação da Independência
08/09/98	Padroeira de Curitiba
12/10/98	Padroeira do Brasil
02/11/98	Finados

c) Férias coletivas

No calendário global do projeto só é possível marcar períodos de férias coletivas. Para marcar períodos de férias individuais de um recurso ou caso ele trabalhe em um expediente diferenciado (por exemplo, um vigia que trabalha à noite) deve-se usar o seu calendário específico. Não foi considerado nenhum período de férias coletivas no Estudo.

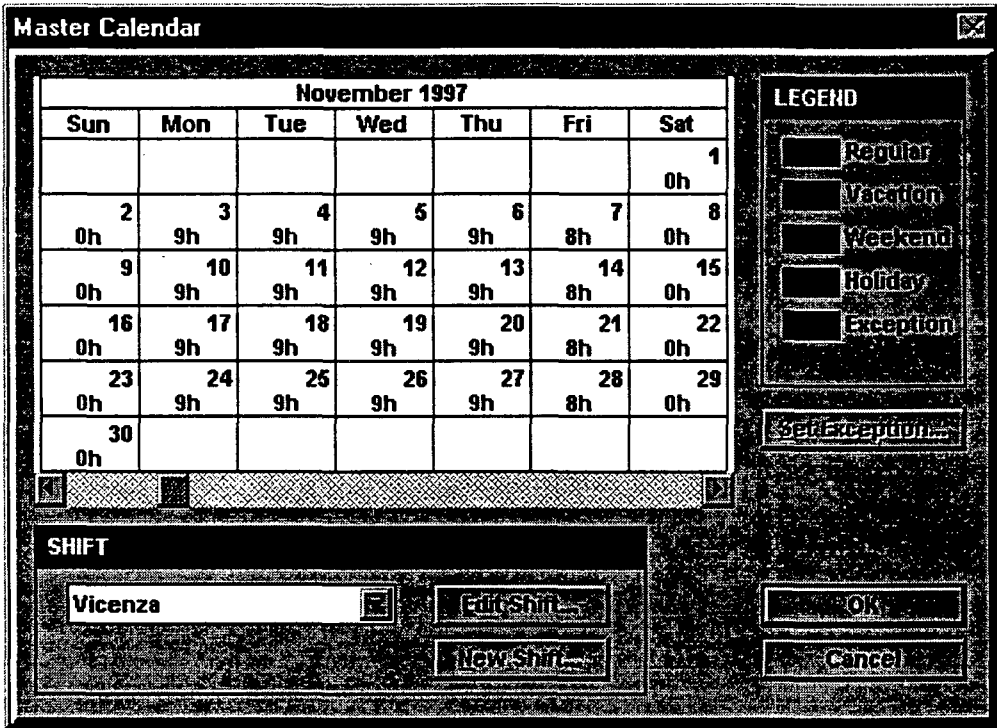


Figura 3.3: Tela Master Calendar para configuração do calendário global do projeto.

3.5.1.3 Preferências de programação.

Nesta etapa, deve-se fornecer ao programa alguns detalhes que vão orientar a programação dos serviços no futuro. Entre as configurações mais importantes estão:

- a) Tipo Padrão de Serviço (Default Task Type): deve-se definir a forma padrão de programação dos serviços que pode ser por duração (Fixed Duration) ou por recursos (Effort Based). Neste Estudo de Caso será utilizada a forma de programação Effort Based por motivos que serão explicados mais adiante;

b) Critério de Programação Padrão (Default Scheduling Protocol): todo serviço é programado seguindo um critério de programação. Nesta etapa escolhe-se o critério que será fornecido, inicialmente, a todos os serviços listados. Pode-se, no entanto, alterar este critério de programação fornecido a qualquer momento para serviços onde tal operação for julgada conveniente. Entre as opções de critérios que o programa oferece estão:

- **ASAP (As Soon As Possible – Tão Cedo Quanto Possível):** programa o serviço para acontecer o mais cedo que for possível, levando em consideração todas as suas relações de dependências com outros serviços, restrições do calendário e indisponibilidade de recursos. As datas de início e término são calculadas pelo Time Line para os serviços com este critério de programação.
- **ALAP (As Late As Possible – Tão Tarde Quanto Possível):** assim como o critério ASAP, os serviços do tipo ALAP também têm suas datas calculadas pelo software, porém estas datas são programadas para acontecerem o mais tarde que for possível. Com este critério, serviços que possuem folgas têm seus inícios postergados para suas datas mais tarde.
- **Start No Sooner Than (Não Começar Mais Cedo Que):** programa o serviço para iniciar após uma data fornecida pelo programador chamada Target Start Date (Data de Início Alvo). Com este critério, o operador do programa interfere parcialmente no cálculo das datas de início e término do serviço.
- **Start No Later Than (Não Começar Mais Tarde Que):** programa o serviço para iniciar até uma data fornecida (Target Start Date – Data de Início Alvo). Com este critério, o operador do programa também interfere parcialmente no cálculo das datas de início e término do serviço.
- **Must Start On (Deve Começar Em):** restringe o início de um serviço somente à data fornecida pelo operador do programa (Target Start Date – Data de Início Alvo). A data de início do serviço, desta maneira, fica fixa no tempo na data lançada, mesmo que não respeite as dependências que foram marcadas para ele.

Os três últimos critérios devem ser usados com cautela, pois retiram a flexibilidade na programação de um cronograma, dificultando a possibilidade de executar simulações com alterações de recursos, calendários e dependências.

Durante o acompanhamento, os serviços com estes três últimos critérios de programação também podem não refletir os atrasos provocados por um avanço mais lento ou mais rápido do projeto em relação ao que estava previsto.

Para a programação do Castel Vicenza Condominium foi utilizada, inicialmente, a forma ASAP como Critério de Programação Padrão.

c) Conversões de unidades de tempo: para que o software possa converter valores de uma unidade de tempo para outra, por exemplo, de horas para dias, deve-se fornecer os seguintes dados:

- Horas por dia de trabalho (Hours Per Work Day): é o número total de horas trabalhadas por dia. Quando o número de horas não é constante, como no Estudo em questão, convém utilizar uma média calculada pela equação:

$$\text{Horas por dia de trabalho} = \frac{\text{Horas por semana de trabalho}}{\text{Dias por semana de trabalho}} = \frac{44}{5} = 8,8$$

- Dias por semana de trabalho (Days Per Work Week): número de dias trabalhados na semana. No Estudo são considerados 5 (cinco) dias trabalhados na semana;
- Semanas por mês de trabalho (Weeks Per Work Month): número de semanas trabalhadas por mês. Uma sugestão é utilizar o valor obtido da divisão do número total de semanas em um ano (52) pelo número de meses do ano (12), obtendo-se 4,35.

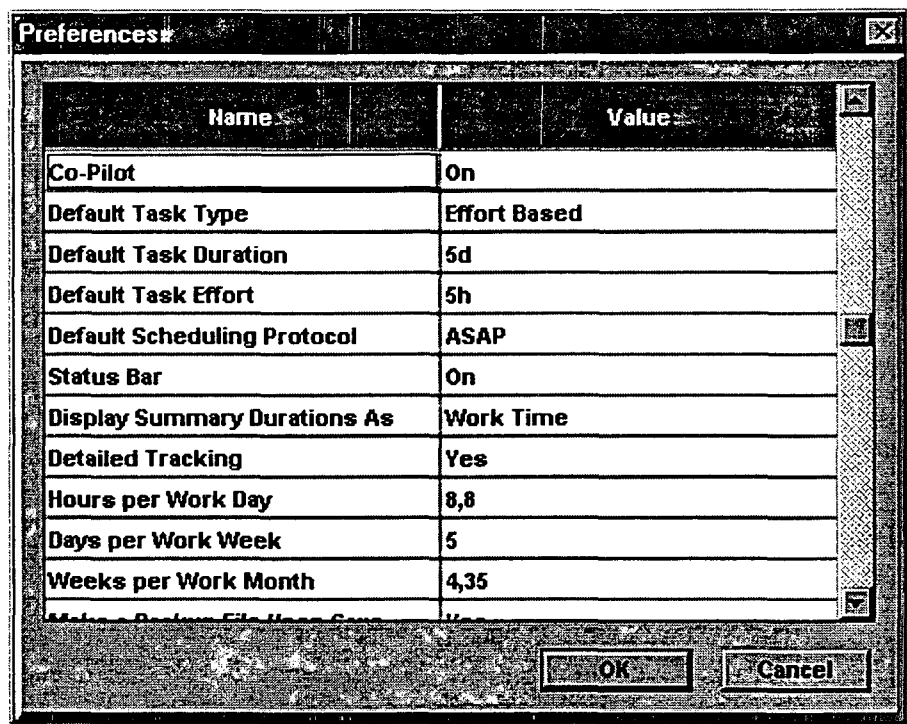


Figura 3.4: Tela Preferences com os principais campos a serem preenchidos.

3.5.1.4 Opções de cálculo:

È preciso fornecer ainda algumas informações adicionais para saber qual será a forma de cálculo a ser utilizada no projeto em questão:

- a) Data de referência da programação (As-of Date). Durante a fase de planejamento do projeto esta data é, geralmente, anterior à data de início do mesmo pois o ideal é que ele seja planejado antes de ter começado. Durante a fase de acompanhamento, esta data geralmente corresponde ao dia de emissão dos relatórios de atualização do progresso ou dos relatórios de medição dos serviços executados. Ela serve como uma referência para os dados do projeto realizado que estarão sendo transmitidos para o sistema. È a data até a qual possui-se informações de campo, ou melhor, do canteiro. Esta data pode ser atualizada automaticamente pela data do sistema instalado no computador, o que normalmente traz a data corrente. Mas também há a possibilidade de fornecer qualquer data diferente dessa, caso as últimas informações atualizadas não sejam do dia de hoje. Neste condomínio será utilizada como data de referência a mesma data de início programada para a obra: 03/11/97;

- b) Respeito às Prioridades (Honor Priorities): para o método que está sendo apresentado neste trabalho é necessário fazer com que as prioridades de execução estabelecidas para os serviços sejam respeitadas quando for executado o nivelamento de recursos. A prioridade é um número fornecido para cada serviço que varia de 1 até 999. Inicialmente, todos os serviços do projeto recebem a prioridade 5. Pode-se definir a ordem de prioridade de maneira ascendente (1 para 999) ou de maneira descendente (999 para 1), ou seja, na primeira opção, que foi a utilizada no Estudo, o serviço com maior prioridade de execução é o que possui número mais próximo ou igual a 1;
- c) Método de Recálculo (Recalculation Method): o método de recálculo define que critérios de programação dos recursos (nivelamento) serão utilizados. Conforme será visto em item a seguir, o nivelamento é um ajuste do cronograma para resolver ou reduzir a sobrecarga na utilização de recursos. Entre os métodos de recálculo que o programa oferece tem-se:
- Sem nivelamento (No Leveling): opção de recálculo sem nivelamento de recursos. Esta opção é utilizada para acelerar o processamento dos dados durante a elaboração da programação;
 - Nivelamento rápido (Quick Leveling): é um método de recálculo mais rápido, pois não leva em consideração uma série de critérios durante o processamento dos dados. Neste método podem restar alguns problemas de superalocação de recursos mesmo depois de efetuado o recálculo. É recomendado para o caso de estar-se utilizando um computador lento ou quando existe a necessidade de obter uma resposta mais rápida;
 - Com data limite (By Target Date): como o nivelamento é um ajuste que o software faz ao cronograma para resolver o problema de superalocação de recursos, isto, por muitas vezes, acaba atrasando a data de término do projeto. Para limitar este atraso gerado existe esta modalidade de recálculo. Informa-se a data limite para término do projeto e o sistema procura resolver os problemas de sobrecarga dos recursos ajustando os serviços até este limite imposto. Nesta opção podem ainda restar alguns conflitos, pois nem sempre o algoritmo de cálculo do programa conseguirá resolvê-los integralmente dentro da data limite;

- Nivelamento completo (Full Leveling): é o nivelamento completo, que leva em consideração todos os critérios e que resolve todos os conflitos de recursos possíveis;
- Dentro das folgas (Within Slack): é a forma de nivelamento que limita o ajuste dos serviços apenas para os seus períodos de folga correspondentes. Com isto a data de término original do projeto é mantida, porém alguns problemas de superalocação de recursos podem permanecer.

Inicialmente será utilizado o Método de Nivelamento No Leveling, ou seja, o nivelamento automático de recursos estará desativado.

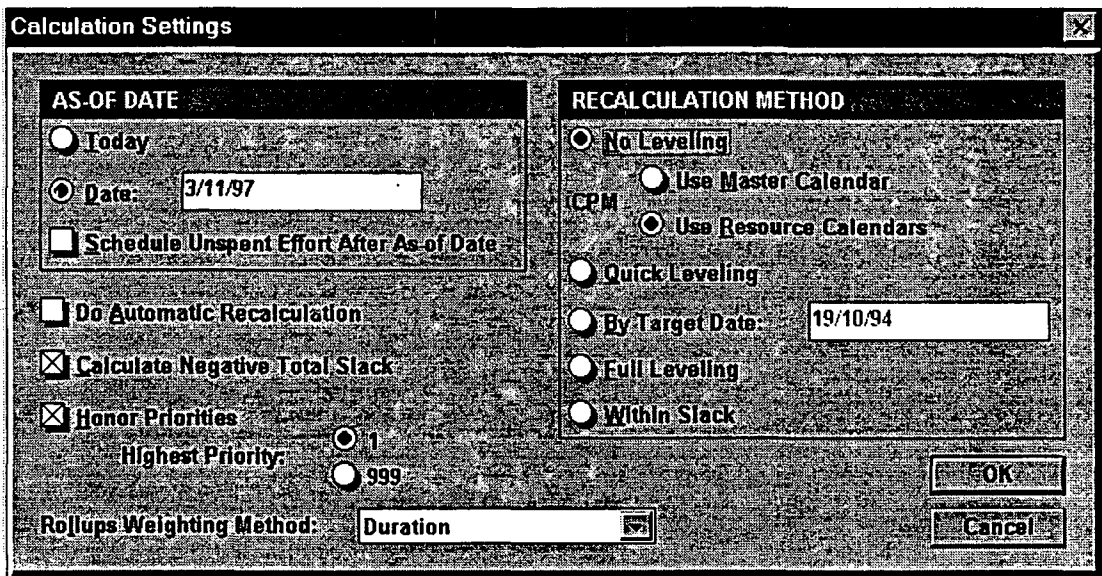


Figura 3.5: Tela Calculation Settings com as principais opções definidas para o projeto

3.5.2 DIGITAÇÃO DA LISTA DE SERVIÇOS E ESFORÇOS PROGRAMADOS

A etapa seguinte na programação com a técnica proposta inicia-se pela definição da unidade básica de repetição. A unidade básica é uma convenção que pode ser, por exemplo, uma residência em um conjunto habitacional ou um pavimento em um edifício alto. Esta convenção será a base para muitos dados durante a programação e também durante o acompanhamento da obra.

No condomínio estudado a unidade básica escolhida foi uma casa. Isto define que a programação contará com 21 repetições. No Time Line, programa-se inicialmente apenas uma unidade básica. A programação das demais unidades será feita futuramente, de maneira simples e rápida com cópias desta primeira.

A lista de serviços é fornecida ao programa sugerindo-se a criação de um serviço resumo ou mãe que englobe todos os serviços listados. Este serviço pode possuir uma descrição que identifique a casa que está sendo programada. Os esforços ou homens-hora são fornecidos para cada serviço digitando-se o valor na coluna de nome HH Total (originalmente esta coluna chama-se Effort). Todos os serviços podem ser deslocados um nível à direita em relação ao serviço mãe, identificando assim um grupo ou família conforme vê-se abaixo:

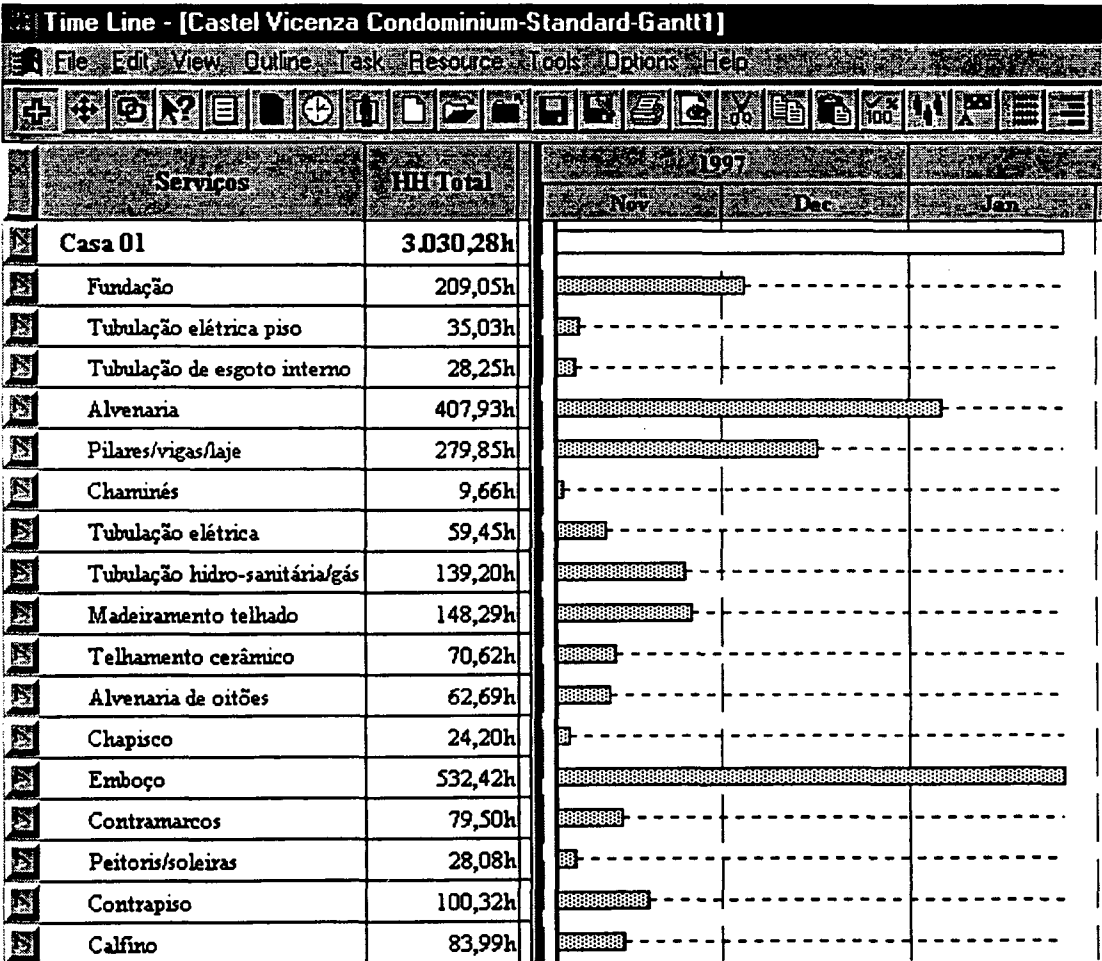


Figura 3.6: Tela de Gantt mostrando um trecho da lista de serviços, o esforço (HH Total) fornecido para cada um e o gráfico de barras desenhado pelo programa.

3.5.3 SEQUENCIAMENTO DOS SERVIÇOS

Para o levantamento das dependências entre os serviços foram feitas observações em obra, análises dos resultados obtidos com a pesquisa no Castel Valenza e consultas aos profissionais responsáveis pela sua execução.

O software classifica os tipos de dependência que podem ser estabelecidas entre os serviços da seguinte maneira:

- **DEPENDÊNCIAS PADRÃO**

Fim-Início: programa um serviço para iniciar imediatamente após o término de seu serviço antecessor.

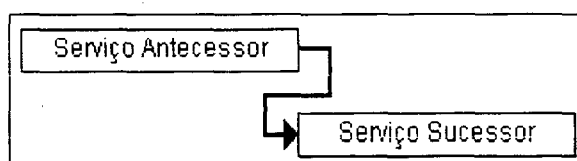


Figura 3.7: Dependência padrão tipo Fim-Início

- **DEPENDÊNCIAS PARCIAIS**

Fim(+/- intervalo)-Início: programa um serviço para iniciar após um intervalo de tempo definido pelo usuário e contado a partir do término do seu serviço antecessor. Este intervalo de tempo pode ser positivo ou negativo e nas seguintes unidades de tempo: horas, dias, semanas, meses, trimestres ou anos.

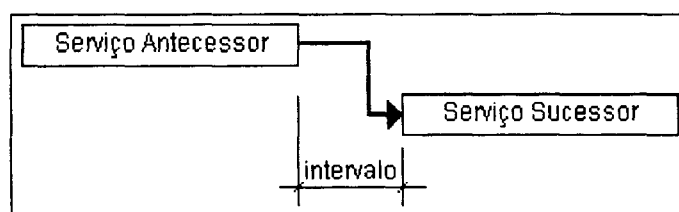


Figura 3.8: Dependência tipo Fim-Início com intervalo positivo

Início(+/- intervalo)-Início: relaciona dois serviços pelas suas datas de início. Assim como no tipo anterior é possível configurar um intervalo de tempo na dependência.

É comum usar este tipo de dependência para indicar que dois serviços devem iniciar juntos (nesse caso o intervalo é nulo).

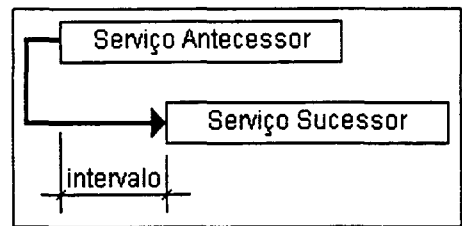


Figura 3.9: Dependência tipo Início-Início

Fim(+/- intervalo)-Fim: relaciona dois serviços pelas datas de término. Idem aos anteriores quanto ao intervalo de tempo. Usado geralmente para indicar que dois serviços devem terminar na mesma data.

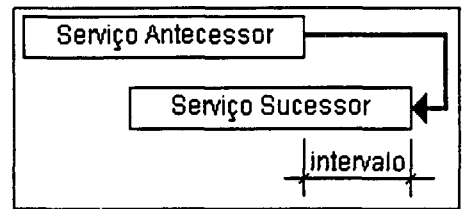


Figura 3.10: Dependência parcial tipo Fim-Fim.

Início(+/- intervalo)-Fim: programa o serviço sucessor para terminar após o início do seu serviço antecessor. Esta dependência é mais comumente usada quando pretende-se descobrir a data de início do projeto a partir de sua data de término. É uma programação de trás para frente.

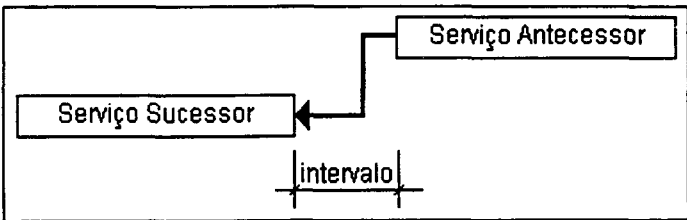


Figura 3.11: Dependência parcial tipo Início-Fim

Para a programação do Castel Vicenza Condominium a relação de dependências utilizadas e os critérios para as suas definições constam da Tabela 3.3 mostrada a seguir.

Tabela 3.3: Lista de dependências dos serviços relacionando os serviços antecessores e os critérios para criação da rede de trabalho.

Serviço	Serviço(s) Antecessor(es)	Crítérios
Fundação		A fundação é o primeiro serviço executado na casa, portanto não possui antecessores.
Tubulação elétrica piso	Fundação (F(-1d)-F)	A tubulação elétrica deve concluir um dia antes do término da fundação para possibilitar a colocação das armaduras e a concretagem da laje de piso.
Tubulação de esgoto interno	Fundação (F(-1d)-F)	A tubulação de esgoto interna deve estar concluída um dia antes do término da fundação para colocação das armaduras e concretagem da laje de piso.
Alvenaria	Fundação (*)	A marcação da alvenaria pode ser iniciada logo após a concretagem da laje de piso.
Pilares/vigas/laje	Alvenaria	As formas para concretagem de pilares, vigas e laje são iniciadas após o levantamento da alvenaria.
Chaminés	Pilares/vigas/laje (F(+1d)-I)	As chaminés são iniciadas um dia após a concretagem da laje de forro, mesmo sem estar concluída a cura da mesma.
Tubulação elétrica	Pilares/vigas/laje (F(+5d)-I)	A tubulação elétrica inicia após a cura e desforma da laje e a retirada dos escoramentos.
Tubulação hidro-sanitária/gás	Tubulação elétrica	A tubulação hidro-sanitária/gás inicia após a tubulação elétrica para evitar a simultaneidade dos dois serviços.
Madeiramento telhado	Chaminés	A estrutura de madeira do telhado só é iniciada quando as chaminés já estão concluídas para melhorar a circulação dos materiais.
Telhamento cerâmico	Madeiramento telhado	O telhamento cerâmico inicia após a conclusão de toda a estrutura de madeira do telhado (caibros e ripas).
Alvenaria de oitões	Telhamento cerâmico	As telhas e a estrutura de madeira servem como referência para a execução da alvenaria de oitões.
Chapisco	Alvenaria de oitões	Os oitões fecham a alvenaria externa, liberando toda a casa para o chapisco.
	Tubul. hidro-sanitária/gás	Executar as tubulações elétrica, hidro-sanitária e de gás antes do chapisco e, principalmente, antes do emboço evita a quebra de paredes já emboçadas e consequentes retrabalhos.
Emboço	Chapisco	Após a conclusão de todo o chapisco interno e externo (paredes e tetos) inicia-se o emboço.
Contramarcos	Emboço (FF)	O emboço é concluído juntamente com a colocação dos contramarcos e os requadros.

Tabela 3.3: Lista de dependências dos serviços relacionando os serviços antecessores e os critérios para criação da rede de trabalho.

Serviço	Serviço(s) Antecessor(es)	Critérios
Peitoris/soleiras	Contramarcos	Após a colocação dos contramarcos execução dos requadros tem-se referência para o ajuste dos peitoris e soleiras.
Contrapiso	Emboço	Após a execução do emboço reduz-se a queda de argamassa no piso, liberando-o para o contrapiso.
Calfino	Peitoris/soleiras	Os peitoris e soleiras devem estar prontos antes do calfino para evitar retrabalhos com a quebra das paredes.
	Contrapiso	Com o contrapiso pronto evita-se sujar a parede calfinada com argamassa.
Muros	Contrapiso	Após a execução do contrapiso diminui a circulação de caminhões no canteiro, liberando a execução dos muros.
Calçadas	Muros	Com os muros prontos, os pontos de referência para as calçadas são melhor definidos.
Grama	Calçadas	As calçadas definem a área aonde deve haver plantio de grama.
Lareira/churrasqueira	Calfino	Após a execução do calfino há a liberação da casa para o tafeiro que constrói as lareiras e churrasqueiras.
Azulejo/piso cerâmico	Calfino	Também após a execução do calfino, as áreas onde haverá colocação de azulejo e piso cerâmico são liberadas para o tafeiro responsável.
Esquadrias de alumínio/vidros	Azulejo/piso cerâmico	Com os azulejos e o piso colocado tem-se pontos referenciais (esquadro e alinhamentos) para colocação de esquadrias e vidros.
Colagem parquet	Lareira/churrasqueira	A execução da lareira libera a parte interna da casa para a pavimentação com parquet.
	Esquad. de alumínio/vidros	A colocação dos vidros evita que o parquet seja molhado e manchado devido à água de chuva.
Banheira	Colagem parquet	Após a colagem de parquet a casa fica mais limpa, permitindo a colocação de materiais de acabamento como a banheira.
Esquadrias de madeira	Banheira	Com a colocação da banheira diminui a circulação de carrinhos de mão no interior da casa, permitindo a fixação das esquadrias de madeira com menor possibilidade de riscá-las.
Massa corrida	Esquadrias de madeira	A massa corrida corrige falhas nas juntas entre as esquadrias de madeira e a parede calfinada.

Tabela 3.3: Lista de dependências dos serviços relacionando os serviços antecessores e os critérios para criação da rede de trabalho.

Serviço	Serviço(s) Antecessor(es)	Critérios
Pintura interna 1ª demão	Massa corrida	A massa corrida regulariza as imperfeições da parede calfinada para liberar a execução da pintura.
Fiação/acabamentos elétricos	Pintura interna 1ª demão	Após a 1ª demão de pintura diminui a possibilidade de danificar a fiação e os acabamentos elétricos com respingos de massa corrida ou tinta.
Tampos/louças/metais	Pintura interna 1ª demão	Também há menor possibilidade de sujar e/ou danificar os tampos, louças e metais após a 1ª demão de pintura.
Acabamentos hidráulicos	Tampos/louças/metais	Com os tampos, louças e metais instalados faz-se os acabamentos em azulejo, rejuntas e colocação de acessórios (porta-toalha, cabide, etc.)
Lixamento parquet	Acabamentos hidráulicos	Após a execução dos acabamentos hidráulicos, a circulação de pessoas no interior da casa é pequena, permitindo o lixamento do parquet.
Pintura externa	Gramma	A grama plantada evita que as paredes externas fiquem sujas com terra lançada pela água de chuva.
Pintura interna 2ª e 3ª demãos	Fiação/acabamentos elétricos	Após a execução da fiação elétrica e do lixamento do parquet diminui o risco das paredes internas sujarem.
	Lixamento parquet	
Verniz/acabamentos portas	Pintura int. 2ª e 3ª demãos	Após o término das 3 demãos de pintura há pouco risco de ocorrer respingos de tintas nas portas envernizadas e nos acabamentos (maçanetas e fechaduras).
Enceramento/limpeza	Pintura externa	A conclusão da pintura externa libera a parte externa da casa para a limpeza final.
	Verniz/acabamentos portas	O verniz é o último serviço executado na casa, liberando o piso para ser encerado e a casa para ser limpa.
Entrega	Enceramento/limpeza	Após o enceramento do piso e limpeza da casa, ela está liberada para a entrega ao proprietário.

(*) NOTA: Os serviços onde não há indicação do tipo de dependência possuem um vínculo do tipo padrão (Fim-Início) com o serviço antecessor.

Esta lista de dependências pode ser melhor compreendida com a consulta à rede PERT desenvolvida para a construção de uma casa do condomínio (ver Figura 3.12).

3.5.4 CADASTRO DAS EQUIPES DE TRABALHO

Os componentes de um projeto podem ser classificados, de acordo com o Time Line, em quatro categorias:

- **Recursos (Resources):** são os componentes do projeto considerados escassos, ou seja, possuem um limite de disponibilidade que deve ser controlado, caso contrário o recurso estará trabalhando em um regime de sobrecarga. Este controle pode ser feito automaticamente pelo software por meio do nivelamento de recursos. Nesta categoria pode-se enquadrar toda a mão de obra de um projeto (engenheiro, pedreiro, carpinteiro) e alguns equipamentos que precisam de um gerenciamento mais refinado (gruas, tratores, guinchos). O valor orçado para estes componentes do projeto é calculado por unidade de tempo trabalhada (horas, dias, semanas, meses).
- **Custos Unitários (Unit Costs):** são os materiais alocados nos serviços do projeto (cimento, areia, tijolos). Como o próprio nome já sugere, seu valor é orçado a partir de um custo unitário. A unidade de custo é escolhida pelo usuário (Kg, m, m², m³).
- **Custos por Tempo (Time Costs):** são elementos do projeto que tem seu valor orçado a partir do tempo de utilização no projeto (horas, dias, semanas, meses). Diferem da categoria Resources por não apresentarem um limite de disponibilidade, ou seja, não são escassos. O melhor exemplo são os aluguéis de equipamentos e instalações.
- **Custos Fixos (Fixed Costs):** são valores fechados (R\$) lançados para os serviços. Muitas vezes ao invés de detalhar-se a alocação dos componentes dos serviços em mão de obra e materiais, simplesmente lançam-se custos fixos na forma de verbas.

No Estudo de caso desenvolvido foi feito o cadastro somente da mão de obra (oficiais) participante do projeto, não estendendo-se ao cadastro e alocação de materiais. Para informar o sistema corretamente o método tem as seguintes recomendações:

- Criar uma equipe específica para cada serviço como prevê a Linha de Balanço;
- Cadastrar estas equipes na categoria Resource;
- Estimar o número de oficiais das equipes pela disponibilidade que a empresa possui ou iterativamente pela duração que pretende-se obter para o serviço.

3.5.5 CÁLCULO DA DURAÇÃO DOS SERVIÇOS

Para obter-se a duração de um serviço pode-se partir para dois caminhos distintos:

- Programação da obra com durações fixas: quando o fator preponderante na programação de um serviço é o prazo, independentemente dos recursos necessários para a conclusão do mesmo, pode-se dizer que este possui duração fixa. Isto implica na seguinte situação: mesmo que seja aumentado o número de pessoas trabalhando neste serviço, o tempo necessário para a sua conclusão permanecerá o mesmo. O software chama este tipo de serviço de Fixed Duration (Duração Fixa).
- Programação baseada em recursos: neste segundo tipo de programação, o fator preponderante são os recursos, ou seja, os pedreiros, carpinteiros, serventes, equipamentos que estão disponíveis para a realização do serviço. Neste caso, o tamanho da equipe alocada no serviço tem influência direta sobre a duração do mesmo. À medida que a equipe é aumentada, respeitando-se os limites de disponibilidade, o tempo necessário para a conclusão do serviço diminui. O software chama este tipo de serviço de Effort Based (Baseado em Esforço).

Para o padrão da maioria dos serviços da construção civil, a programação mais adequada é a do segundo tipo. Esta programação proporciona algumas vantagens no que diz respeito à flexibilidade no dimensionamento de equipes. Pode-se simular várias situações com equipes existentes na obra e equipes que poderiam, eventualmente, ser contratadas, verificando-se o reflexo dessas mudanças no cronograma geral.

Após o cadastro, as equipes são alocadas aos serviços com a quantidade de oficiais adotada. O sistema se encarrega de calcular a duração, em dias úteis, obtida com a equipe alocada e com o esforço (HH Total) que estava previsto, conforme a seguinte fórmula:

$$\text{Duração Calculada} = \frac{\text{HH Total}}{\text{Nº de Oficiais} \times \text{Horas por dia de Trabalho}}$$

O número de oficiais adotados para compor as equipes e as durações calculadas com estes efetivos constam da Tabela 3.4.

Tabela 3.4: Número de oficiais adotados para as equipes responsáveis pelos serviços e durações calculadas

Serviço	HH Total (1)	Nº de Oficiais (2)	Duração Calculada (3) $\frac{(1)}{[(2) \times 8,3]}$
Fundação	209,05 h	3	7,92 d
Tubulação elétrica piso	35,03 h	2	1,99 d
Tubulação de esgoto interno	28,25 h	3	1,07 d
Alvenaria	407,93 h	5	9,27 d
Pilares/vigas/laje	279,85 h	4	7,95 d
Chaminés	9,66 h	1	1,10 d
Tubulação elétrica	59,45 h	3	2,25 d
Tubulação hidro-sanitária/gás	139,20 h	3	5,27 d
Madeiramento telhado	148,29 h	2	8,43 d
Telhamento cerâmico	70,62 h	2	4,01 d
Alvenaria de oitões	62,69 h	2	3,56 d
Chapisco	24,20 h	1	2,75 d
Emboço	532,42 h	5	12,10 d
Contramarcos	79,50 h	2	4,52 d
Peitoris/soleiras	28,08 h	2	1,60 d
Contrapiso	100,32 h	2	5,70 d
Calfino	83,99 h	1	9,54 d
Muros	215,20 h	3	8,15 d
Calçadas	107,22 h	2	6,09 d
Gramma	15,80 h	2	0,90 d
Lareira/churrasqueira	48,00 h	1	5,45 d
Azulejo/piso cerâmico	74,48 h	1	8,46 d
Esquadrias de alumínio/vidros	2,97 h	1	0,34 d
Colagem parquet	32,22 h	2	1,83 d
Banheira	32,00 h	2	1,82 d
Esquadrias de madeira	17,40 h	1	1,98 d
Massa corrida	47,26 h	1	5,37 d
Pintura 1ª demão	18,18 h	1	2,07 d
Fiação/acabamentos elétricos	14,50 h	2	0,82 d
Tampos/louças/metais	5,04 h	2	0,29 d
Acabamentos hidráulicos	3,96 h	1	0,45 d
Lixamento parquet	15,73 h	1	1,79 d
Pint.Ext. (liq., text., 1ª demão)	40,23 h	1	4,57 d
Pintura interna 2ª e 3ª demãos	14,54 h	1	1,65 d
Verniz/acabamentos portas	9,60 h	1	1,09 d
Enceramento/limpeza	17,40 h	1	1,98 d
Entrega	0,00 h	-	0,00 d

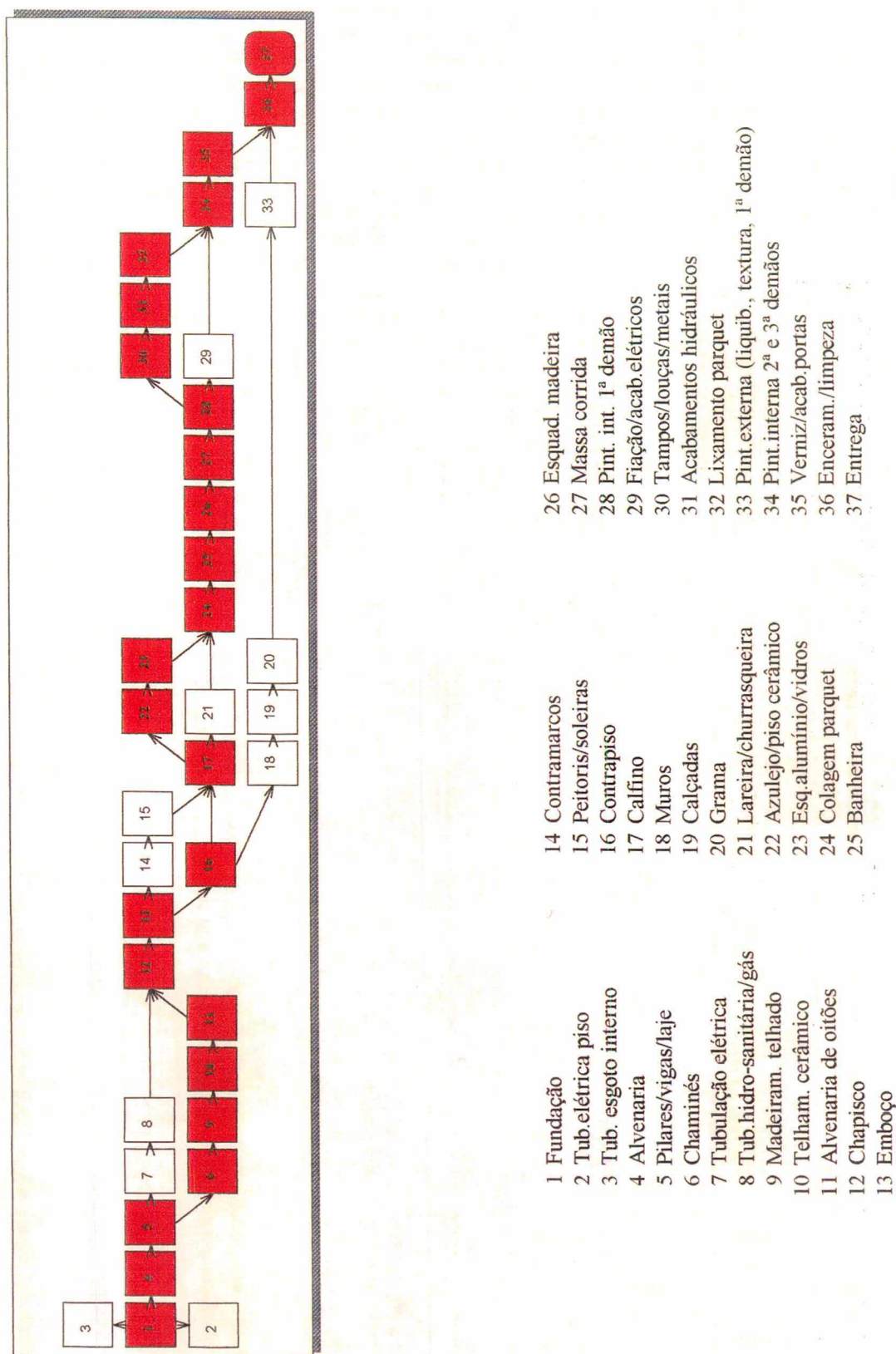


Figura 3.12: Rede PERT-CPM definida para o projeto com o caminho crítico destacado.

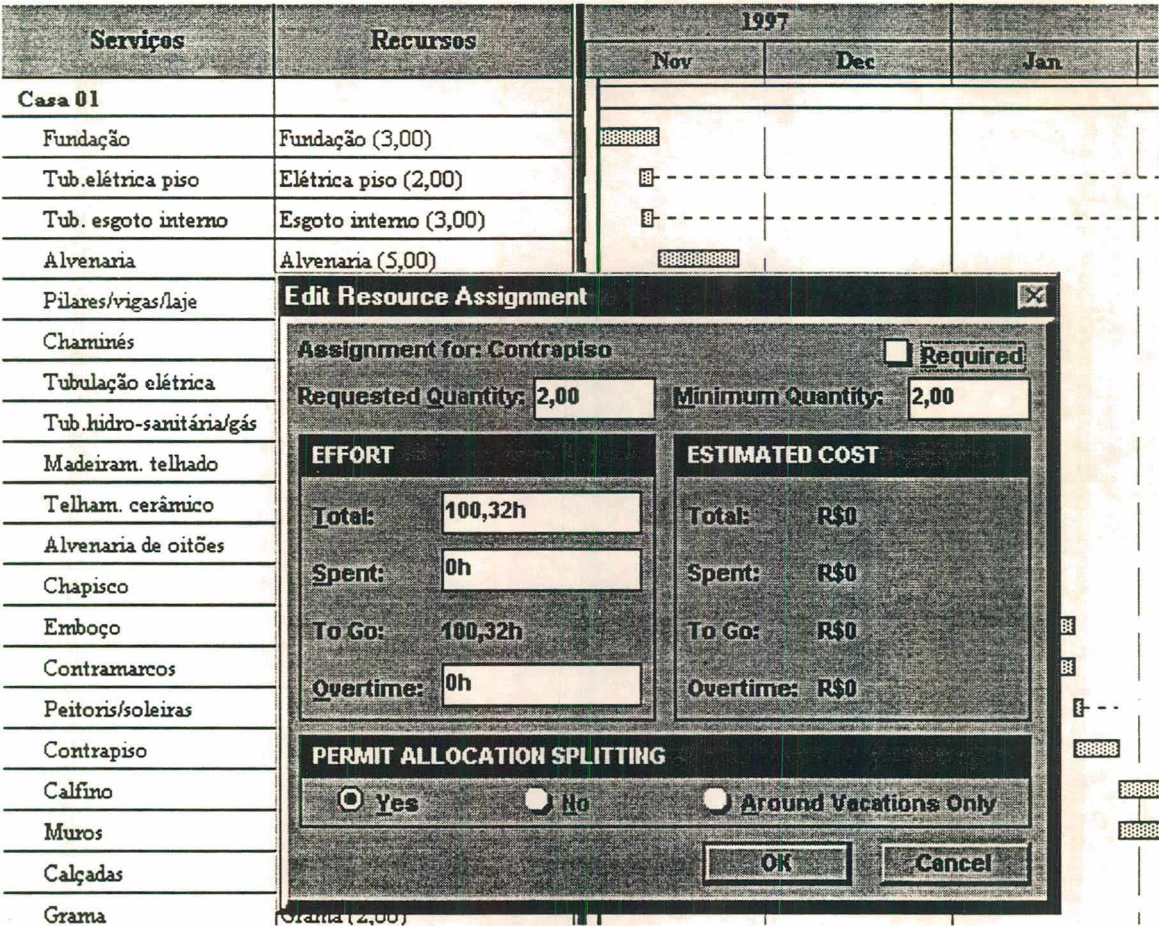


Figura 3.13: Tela de edição para alocação do número de oficiais que executarão o serviço. Ao fundo, tela de Gantt com as alocações já efetuadas (coluna Recursos).

Com as durações calculadas e a seqüência de execução dos serviços já definida anteriormente é possível obter o caminho crítico do projeto (ver Figura 3.12). Com ele define-se o tempo de base, ou seja, o tempo necessário para a execução de uma unidade básica.

Como o Time Line não arredonda as durações dos serviços quando trabalha-se com a programação por recursos, o valor obtido para o tempo de base será 101,34 dias.

3.5.6 DIMENSIONAMENTO DO NÚMERO DE EQUIPES PARA CADA SERVIÇO

Para dimensionar quantas equipes devem ser alocadas em cada serviço para entregar a obra no prazo estipulado, deve-se utilizar algumas fórmulas advindas do

cálculo da Linha de Balanço. Estas fórmulas, usadas para calcular o ritmo de execução da obra, estão baseadas nos elementos obtidos da figura a seguir.

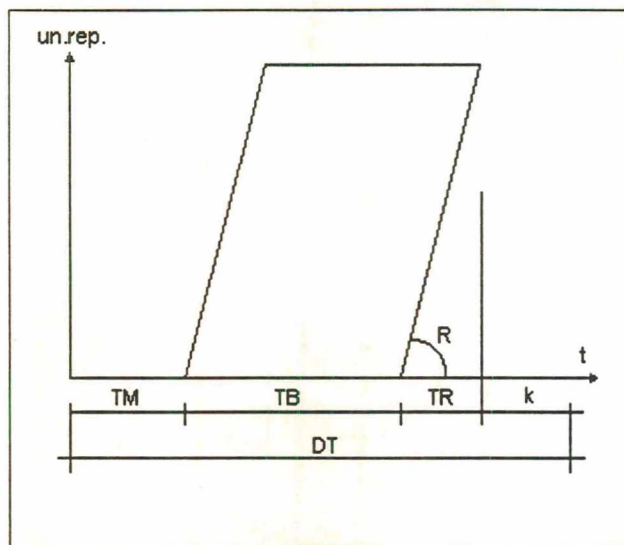


Figura 3.14: Elementos usados no cálculo do ritmo de execução da obra

Onde:

DT = Duração Total: duração total da obra programada em dias úteis. Com os dados do condomínio programado obtém-se:

$$DT = 13 \text{ meses} \times 4,35 \text{ semanas/mês} \times 5 \text{ dias úteis/semana} = 282,75 \Rightarrow 283 \text{ dias úteis}$$

TM = Tempo de Mobilização: tempo necessário para que sejam executados os serviços iniciais, instalações provisórias do canteiro e a mobilização das equipes. Como só está sendo programada a porção repetitiva da obra, será considerado que TM é igual a zero;

TB = Tempo de Base: tempo para execução de uma unidade básica $\Rightarrow 101,34$ dias;

k = Tempo para Absorção de Atrasos: tempo necessário para absorver atrasos inerentes à programação (buffers) e outros causados por fatores climáticos, gerenciais ou técnicos. Neste estudo adotou-se $k = 20$ dias;

TR = Tempo de Ritmo: tempo definido pela fórmula $\Rightarrow TR = DT - (TM + TB + k)$

$$TR = 283 - (0 + 101,34 + 20) = 161,66 \text{ dias}$$

R = Ritmo = valor obtido com a fórmula $\Rightarrow R = TR / (n-1)$ onde n é o número de unidades básicas (21 casas).

$$R = 161,66 / 20 = 8,08 \text{ dias/casa ou } (1/R) = 0,12 \text{ casas/dia}$$

Calcula-se o número de equipes para cada serviço multiplicando-se o valor (1/R) pela duração respectiva. Arredonda-se o valor obtido até o número inteiro imediatamente superior. Exemplo:

$$\text{Nº Equipes Fundação} = \text{Duração da Fundação} \times (1/R) = 7,92 \times 0,12 = 0,95 \Rightarrow 1 \text{ equipe}$$

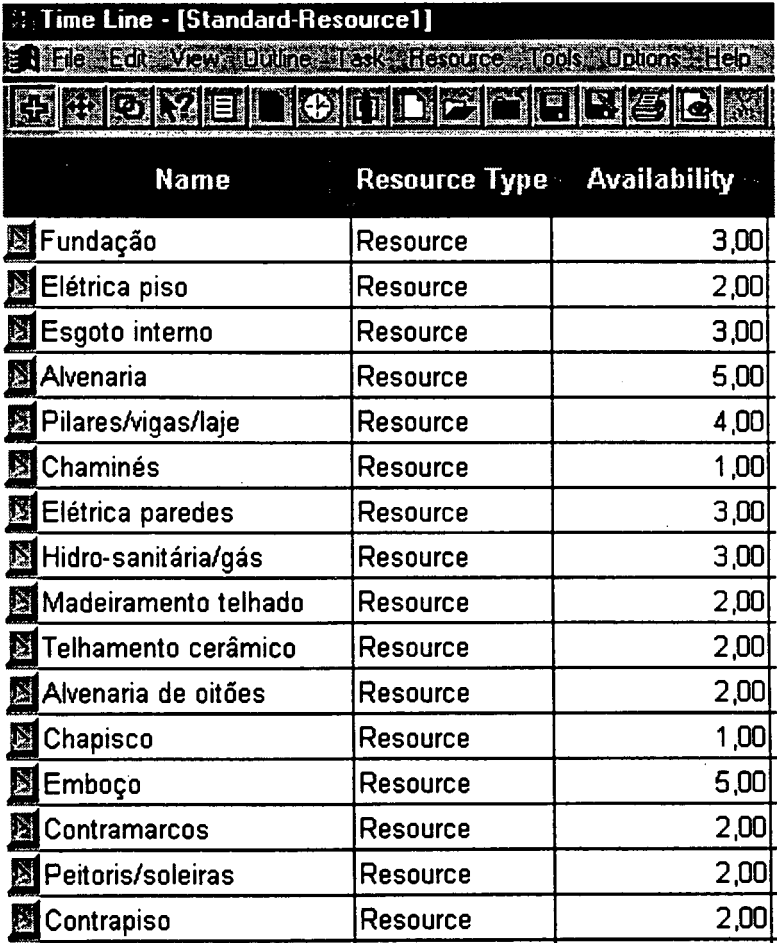
Desta forma, o número de equipes e o valor que deve ser informado ao software como limite de disponibilidade (número de oficiais multiplicado pelo número de equipes) estão relacionados na tabela abaixo:

Tabela 3.5: Número de equipes programadas para cada serviço e limite de disponibilidade calculado.

Serviço	Nº de Equipes (1)	Nº de Oficiais (2)	Limite de Disponibilidade (3) = (1) x (2)
Fundação	1	3	3
Tubulação elétrica piso	1	2	2
Tubulação de esgoto interno	1	3	3
Alvenaria	2	5	10
Pilares/vigas/laje	1	4	4
Chaminés	1	1	1
Tubulação elétrica	1	3	3
Tubulação hidro-sanitária/gás	1	3	3
Madeiramento telhado	2	2	4
Telhamento cerâmico	1	2	2
Alvenaria de oitões	1	2	2
Chapisco	1	1	1
Emboço	2	5	10
Contramarcos	1	2	2
Peitoris/soleiras	1	2	2
Contrapiso	1	2	2
Calfino	2	1	2
Muros	1	3	3
Calçadas	1	2	2
Gramma	1	2	2
Lareira/churrasqueira	1	1	1
Azulejo/piso cerâmico	2	1	2
Esquadrias de alumínio/vidros	1	1	1
Colagem parquet	1	2	2
Banheira	1	2	2
Esquadrias de madeira	1	1	1

Tabela 3.5: Número de equipes programadas para cada serviço e limite de disponibilidade calculado.

Serviço	Nº de Equipes (1)	Nº de Oficiais (2)	Limite de Disponibilidade (3) = (1) x (2)
Massa corrida	1	1	1
Pintura 1ª demão	1	1	1
Fiação/acabamentos elétricos	1	2	2
Tampos/louças/metais	1	2	2
Acabamentos hidráulicos	1	1	1
Lixamento parquet	1	1	1
Pint.Ext. (liq., text., 1ª demão)	1	1	1
Pintura interna 2ª e 3ª demãos	1	1	1
Verniz/acabamentos portas	1	1	1
Enceramento/limpeza	1	1	1
Entrega	-	-	-



Name	Resource Type	Availability
<input checked="" type="checkbox"/> Fundação	Resource	3,00
<input checked="" type="checkbox"/> Elétrica piso	Resource	2,00
<input checked="" type="checkbox"/> Esgoto interno	Resource	3,00
<input checked="" type="checkbox"/> Alvenaria	Resource	5,00
<input checked="" type="checkbox"/> Pilares/vigas/laje	Resource	4,00
<input checked="" type="checkbox"/> Chaminés	Resource	1,00
<input checked="" type="checkbox"/> Elétrica paredes	Resource	3,00
<input checked="" type="checkbox"/> Hidro-sanitária/gás	Resource	3,00
<input checked="" type="checkbox"/> Madeiramento telhado	Resource	2,00
<input checked="" type="checkbox"/> Telhamento cerâmico	Resource	2,00
<input checked="" type="checkbox"/> Alvenaria de oitões	Resource	2,00
<input checked="" type="checkbox"/> Chapisco	Resource	1,00
<input checked="" type="checkbox"/> Emboço	Resource	5,00
<input checked="" type="checkbox"/> Contramarcos	Resource	2,00
<input checked="" type="checkbox"/> Peitoris/soleiras	Resource	2,00
<input checked="" type="checkbox"/> Contrapiso	Resource	2,00

Figura 3.15: Tela de cadastro dos recursos com o nome dado à equipe (Name), o tipo do recurso (Resource Type) e o limite de disponibilidade (Availability).

3.5.7 MULTIPLICAÇÃO PELO NÚMERO DE UNIDADES BÁSICAS

Quando todas as informações anteriores já foram fornecidas para a programação de uma unidade básica (casa), pode-se fazer uma cópia desta programação e reproduzi-la tantas vezes quantas forem as unidades a serem programadas. Esta operação é feita de maneira bastante simples e rápida no software. Deve-se somente ter bastante precaução para somente fazer esta multiplicação quando as informações fornecidas à primeira unidade programada estiverem corretas e completas, caso contrário o erro será reproduzido em todas as demais.

Sugere-se manter uma cópia do arquivo com a programação de apenas uma unidade básica (uma casa) e gravar a programação multiplicada para todas as outras unidades com outro nome num novo arquivo.

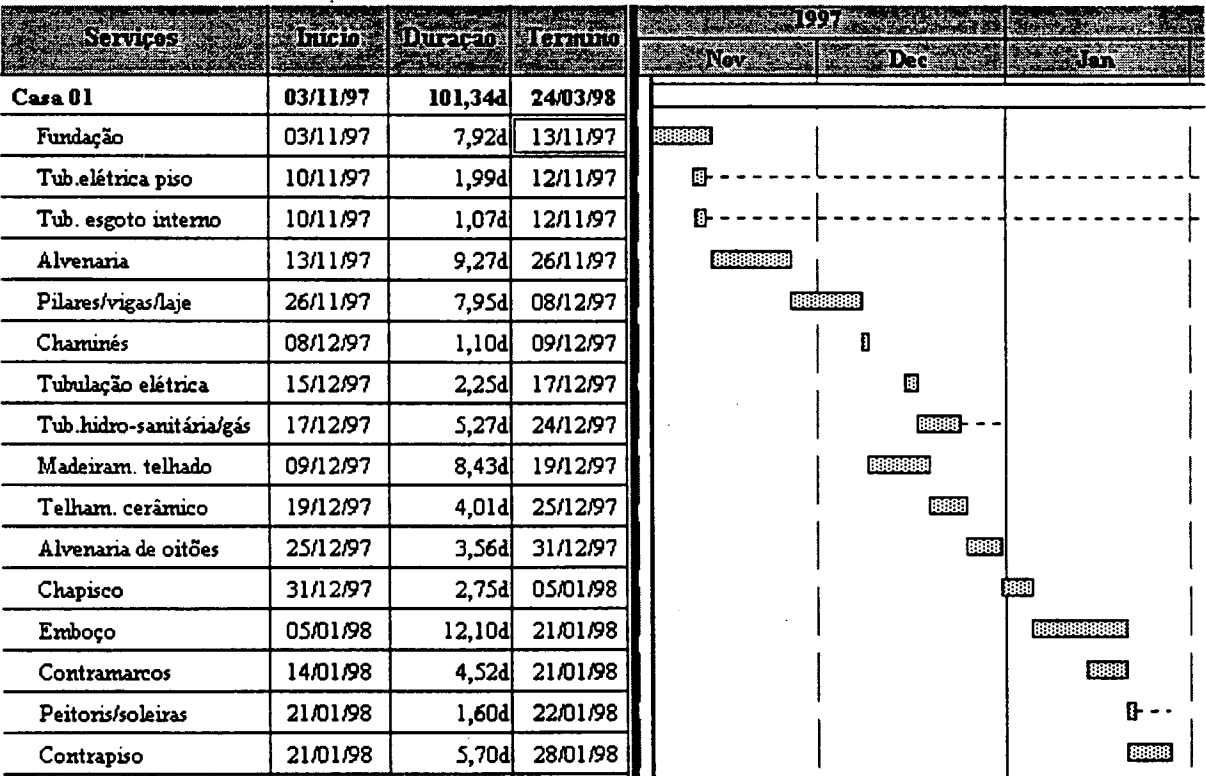


Figura 3.16: Tela de Gantt com um trecho da programação de uma casa.

A planta de implantação da obra (Figura 3.18) mostra a numeração das casas e sua localização. O sentido de execução será da frente para os fundos do condomínio e da direita para a esquerda, em grupos de 7 casas, por dois grandes motivos:

- canteiro da obra será instalado no lote nº 12 e a entrada de caminhões e material será pelos fundos deste lote.
- As primeiras unidades vendidas estão todas entre as casas 1 e 7.

As prioridades são números fornecidos aos serviços que definem a sequência de execução. Estes números devem ser fornecidos a todos os serviços de cada casa e não somente ao serviço mãe, conforme vê-se na Figura 3.19. As prioridades fornecidas para o Estudo de Caso proposto respeitam a Tabela 3.6.

Tabela 3.6: Prioridades fornecidas às casas

Casa Nº	Prioridade	Casa Nº	Prioridade
Casa 12	21	Casa 19	10
Casa 13	20	Casa 20	9
Casa 14	19	Casa 21	8
Casa 11	18	Casa 07	7
Casa 10	17	Casa 06	6
Casa 09	16	Casa 05	5
Casa 08	15	Casa 04	4
Casa 15	14	Casa 03	3
Casa 16	13	Casa 02	2
Casa 17	12	Casa 01	1
Casa 18	11		

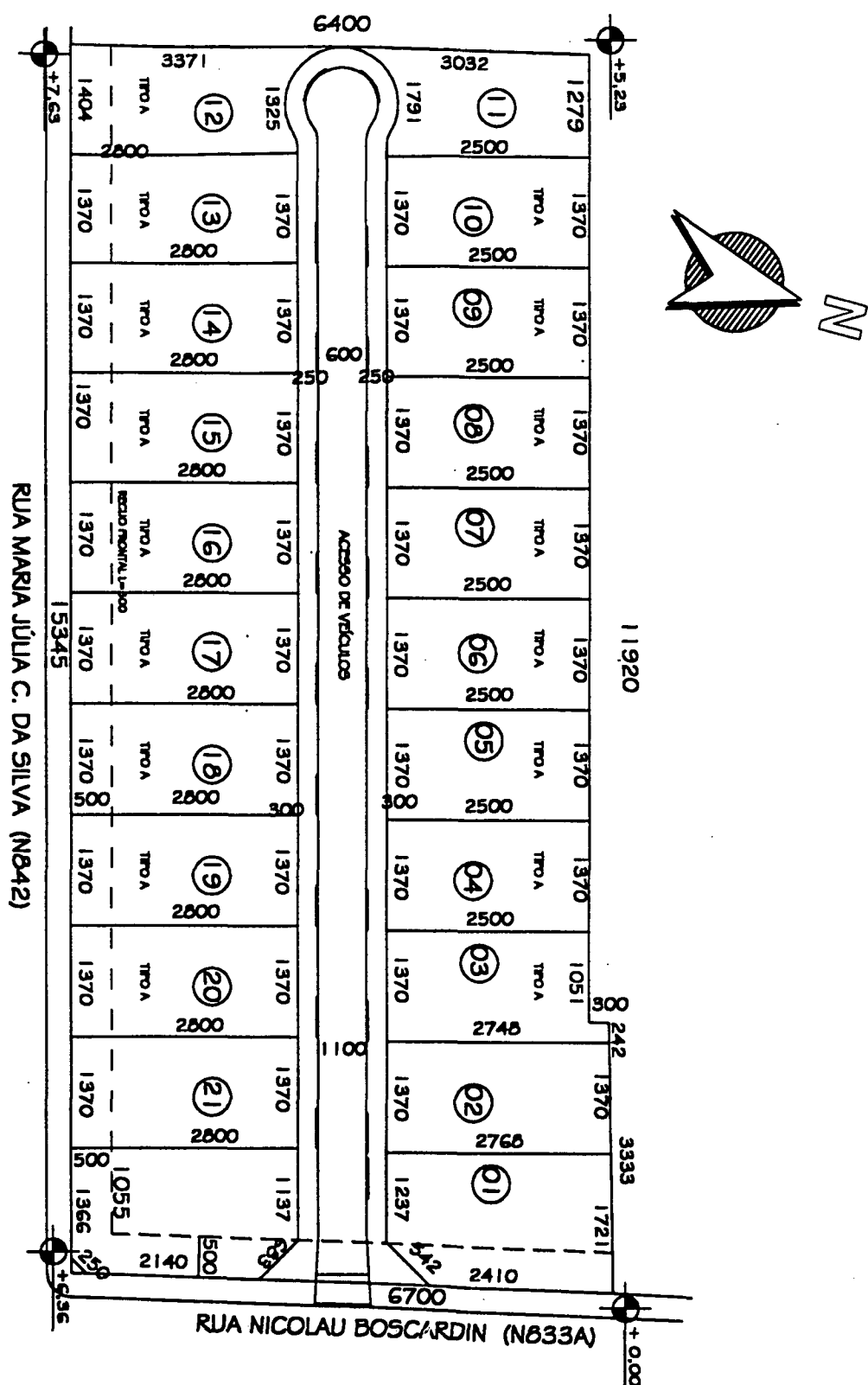


Figura 3.18: Planta de implantação da obra com o número dos lotes das casas.

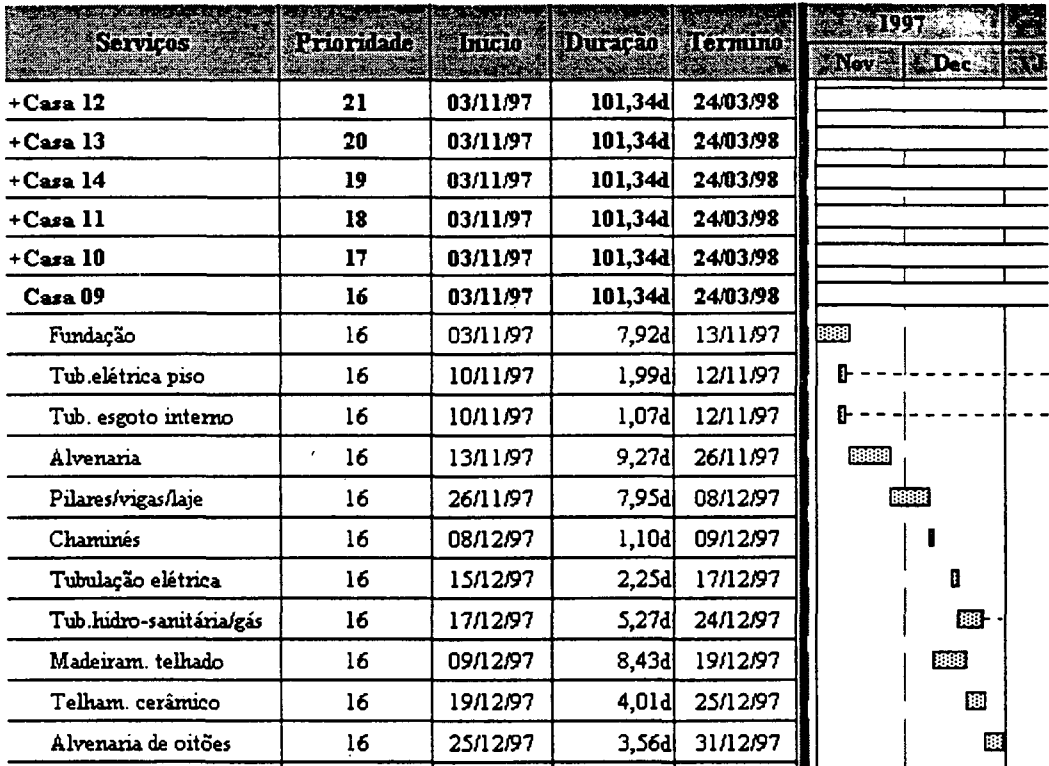


Figura 3.19: Tela de Gantt com as prioridades fornecidas aos serviços e com a numeração das casas de acordo com a seqüência de execução.

3.5.9 NIVELAMENTO DE RECURSOS

Até este momento todas as casas estão programadas para serem executadas em paralelo, ou seja, simultaneamente. Porém, se o histograma de quaisquer oficiais componentes das equipes alocadas for solicitado, será possível perceber que o limite de disponibilidade fornecido ao programa para estes recursos foi ultrapassado e que está ocorrendo uma sobrecarga em suas utilizações (Figura 3.20). Nota-se também na Figura 3.20 que estariam sendo necessários entre 90 e 120 oficiais de Alvenaria para executar todos os serviços no mesmo período. Ou, mais precisamente, 105 oficiais resultantes da multiplicação de 5 oficiais por equipe de Alvenaria pelas 21 casas programadas.

O que acontece é que o nivelamento de recursos ainda não está acionado. Para resolver este problema, executa-se o nivelamento completo (Full Leveling) da programação. Assim são feitas as distribuições dos recursos de acordo com as disponibilidades e as prioridades informadas e nesta operação está a essência do método

proposto neste trabalho. Os resultados do cálculo do cronograma com todos os critérios estabelecidos até aqui estão expostos no próximo capítulo.

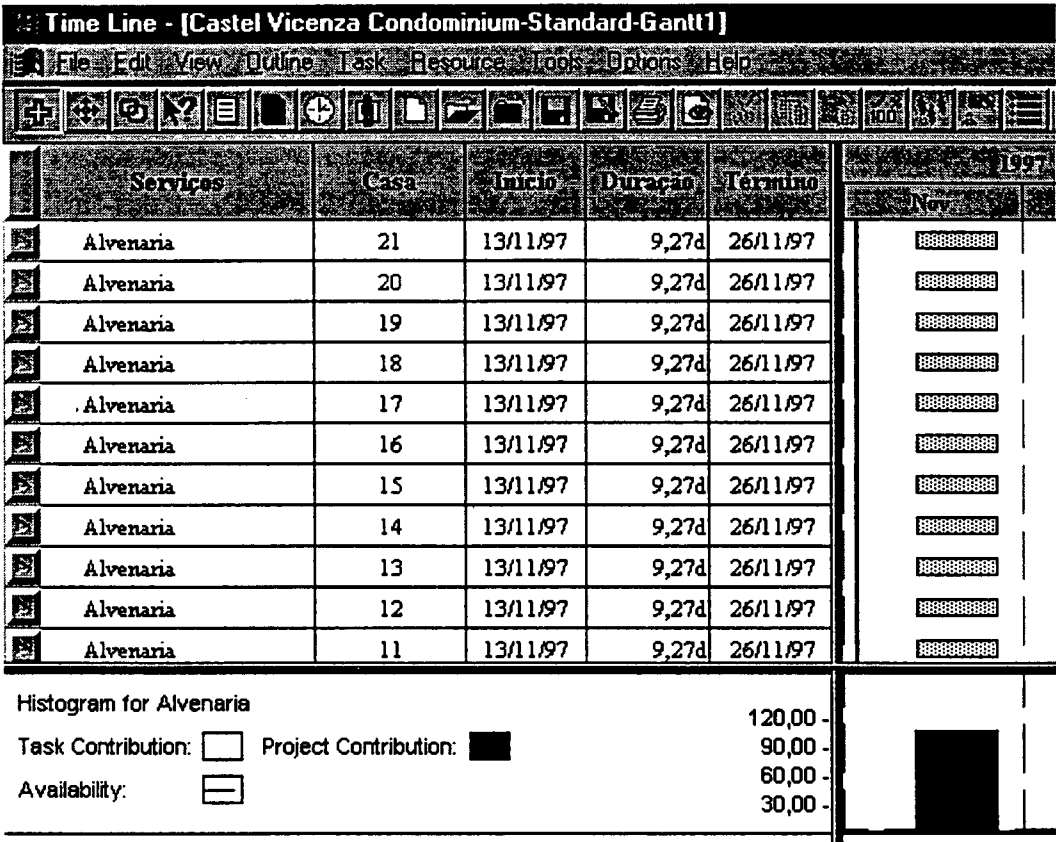


Figura 3.20: Tela de Gantt com a programação do serviço Alvenaria. Na parte inferior, o gráfico do histograma de utilização dos oficiais que compõem a equipe de Alvenaria.

CAPÍTULO IV - ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 PROGRAMAÇÃO DE SERVIÇOS

Com o acionamento do nivelamento completo (Full Leveling) são levados em consideração, durante o recálculo do cronograma os limites de disponibilidade dos oficiais por equipe e as prioridades na execução das casas.

O primeiro recálculo gerou o cronograma que está apresentado de forma resumida na Figura 4.1 (programação por casas). A data limite de 30/11/98 foi respeitada e os recursos estão trabalhando dentro de seus níveis de disponibilidade. A programação está inclusive com uma certa folga que pode ser considerada para cobrir atrasos com chuvas, tempo de desmobilização e outros fatores externos.

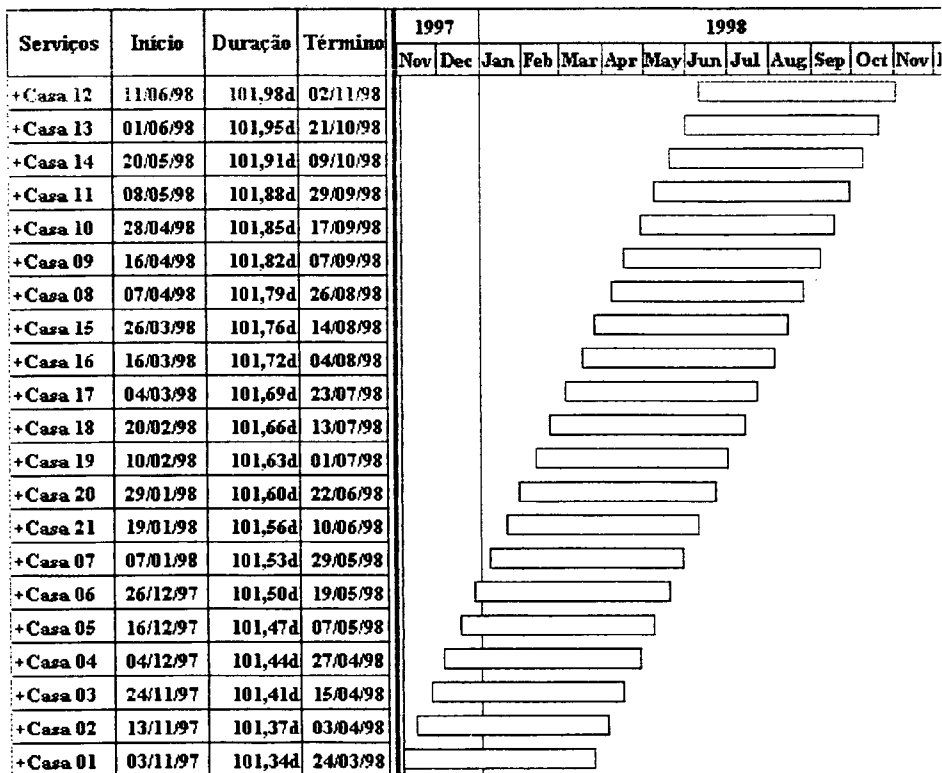


Figura 4.1: Programação completa do condomínio resumida por casas.

4.2 FILTROS E HISTOGRAMA DOS OFICIAIS

Após o recálculo da programação, pode-se utilizar ferramentas do sistema para analisar, de maneira mais detalhada, a forma como os serviços e equipes foram programados.

Uma destas ferramentas é o filtro de informações. No momento em que são cadastrados os recursos componentes das equipes, o programa cria automaticamente filtros para visualização individualizada na tela dos serviços em que estas equipes trabalham (Figura 4.2).

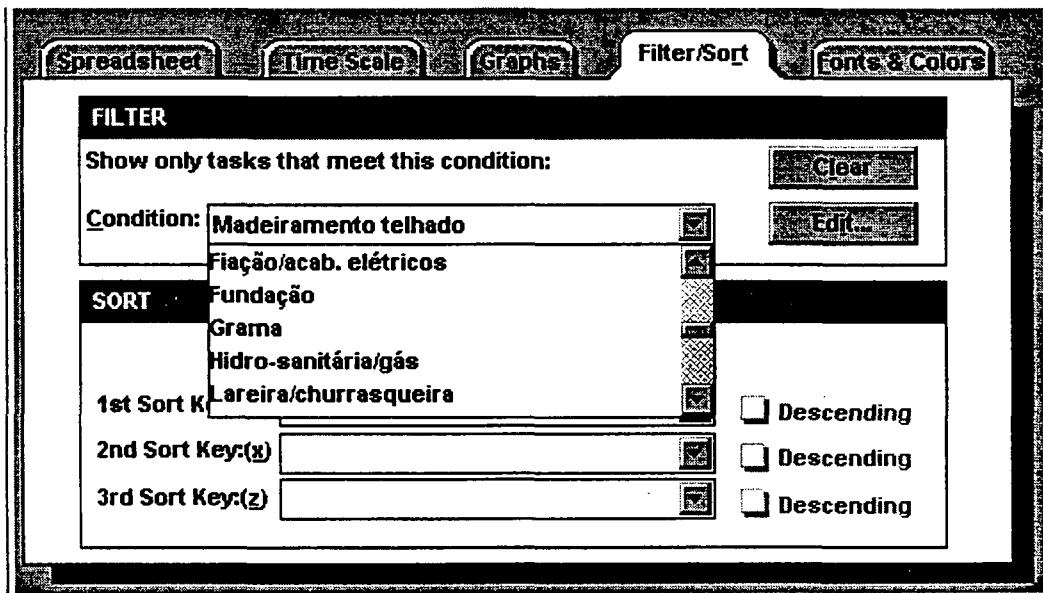


Figura 4.2: Tela para seleção das condições para o filtro de informações.

Também pode-se selecionar o histograma de utilização dos oficiais que trabalham nestes serviços filtrados para visualizar os períodos de ociosidade e pico de trabalho. (Figura 4.3). O cronograma filtrado e o histograma dos recursos podem ser mostrados simultaneamente, facilitando a análise da programação feita. (Figura 4.4)

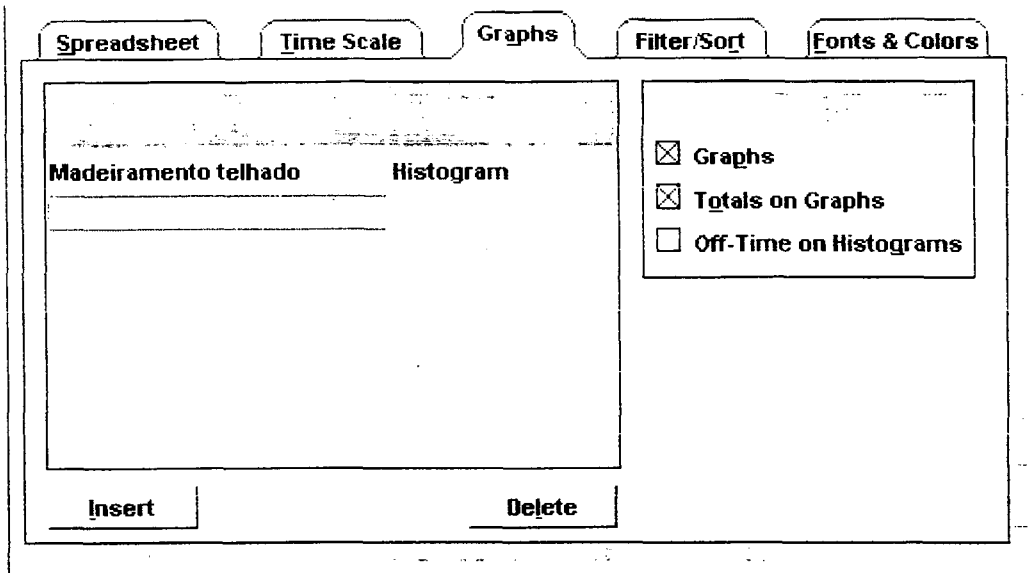


Figura 4.3: Tela de seleção do gráfico de histograma de recursos

4.3 SIMULAÇÕES COM REDUÇÕES NO NÚMERO DE EQUIPES

Conforme pode-se perceber na Figura 4.4, o serviço Madeiramento de telhado, programado para ser executado com 2 equipes de 2 oficiais cada, está apresentando sucessivos períodos de ociosidade. Os períodos em que as duas equipes trabalham simultaneamente são muito curtos, o que abre a possibilidade de programar o serviço com apenas uma equipe.

Para compreender melhor os efeitos que esta programação gerou para os serviços em termos de tempo ocioso foi elaborada a Tabela 4.1 para cálculo do Índice de Ociosidade. Esta tabela contém as seguintes informações:

- Serviço: descrição do serviço programado;
- Início Casa 1: data de início do serviço na casa número 1. Conforme a Figura 4.4, esta data para o serviço Madeiramento de telhado é 09/12/97;
- Término Casa 12: data de término do serviço na casa número 12. Conforme a Figura 4.4, esta data para o serviço Madeiramento de telhado é 30/07/98;
- Duração (h) Casa 1 - 12: período de tempo, em horas úteis, compreendido entre a data Início Casa 1 e a data Término Casa 12 (o software fornece este valor, levando em consideração feriados e o expediente do calendário);

Nº oficiais por equipe: número de oficiais que compõem a equipe que executa o serviço;

Nº equipes disponíveis: número de equipes disponíveis para executar o serviço;

HH Total por casa: número de homens-hora calculado para a execução do serviço em uma casa.

As demais colunas são calculadas conforme fórmulas expostas no cabeçalho das mesmas.

O Índice de Ociosidade informa o percentual de tempo que as equipes ficarão sem trabalhar desde o momento em que chegam ao canteiro até a sua desmobilização.

Entre as formas de reduzir o índice de ociosidade para os serviços estão: reduzir a quantidade de componentes das equipes e/ou reduzir a quantidade de equipes alocadas para executar o serviço.

Para este trabalho foi adotado um número padrão de componentes para as equipes dos serviços programados, portanto a única alternativa para tentar reduzir o índice de ociosidade é diminuir o número de equipes que executam alguns serviços.

Deve-se analisar, portanto, todos os serviços que foram programados com 2 equipes, para verificar se há a possibilidade de reduzir esta quantidade para evitar a ociosidade dos seus componentes.

Alguns serviços podem perfeitamente ser executados por apenas uma equipe ao invés de duas, porque durante o cálculo do número de equipes, o valor obtido pela multiplicação da duração destes serviços pelo ritmo calculado para a obra foi apenas um pouco superior a 1 e acabou sendo arredondado para 2 equipes.

Tabela 4.1: Cálculo do Índice de Ociosidade dos serviços

Serviço	Início Casa 1	Término Casa 12	Duração (h) Casa 1 - 12 (1)	Nº oficiais por equipe (2)	Nº equipes disponíveis (3)	Nº oficiais disponíveis (4) = (2) x (3)	Total horas disponíveis (5) = (1) x (4)	HH Total por casa (6)	HH Total (7) = (6) x 21	Total horas ociosas (8) = (5) - (7)	Índice de ociosidade (9) = (8) / (5)
Fundação	3/11/97	23/06/98	1.463,35	3	1	3	4.390,05	209,05	4.390,05	-	0,00%
Tub.elétrica piso	10/11/97	22/06/98	1.411,18	2	1	2	2.822,36	35,03	735,63	2.086,73	73,94%
Tub. esgoto interno	10/11/97	22/06/98	1.403,08	3	1	3	4.209,24	28,25	593,25	3.615,99	85,91%
Alvenaria	13/11/97	6/07/98	1.475,25	5	2	10	14.752,50	407,93	8.566,53	6.185,97	41,93%
Pilares/vigas/laje	26/11/97	17/07/98	1.469,21	4	1	4	5.876,84	279,85	5.876,85	(0,01)	0,00%
Chaminés	8/12/97	20/07/98	1.408,91	1	1	1	1.408,91	9,66	202,86	1.206,05	85,60%
Tubulação elétrica	15/12/97	28/07/98	1.419,07	3	1	3	4.257,21	59,45	1.248,45	3.008,76	70,67%
Tub.hidro-sanitária/gás	17/12/97	4/08/98	1.445,65	3	1	3	4.336,95	139,20	2.923,20	1.413,75	32,60%
Maderam. telhado	9/12/97	30/07/98	1.473,39	2	2	4	5.893,56	148,29	3.114,09	2.779,47	47,16%
Telh.am. cerâmico	19/12/97	5/08/98	1.434,56	2	1	2	2.869,12	70,62	1.483,02	1.386,10	48,31%
Alvenaria de oitões	25/12/97	11/08/98	1.430,60	2	1	2	2.861,20	62,69	1.316,49	1.544,71	53,99%
Chapisco	31/12/97	13/08/98	1.423,45	1	1	1	1.423,45	24,20	508,20	915,25	64,30%
Emboço	5/01/98	1/09/98	1.505,73	5	2	10	15.057,30	532,42	11.180,82	3.876,48	25,74%
Contramarcos	14/01/98	1/09/98	1.439,00	2	1	2	2.878,00	79,50	1.669,50	1.208,50	41,99%
Peitoris/soleiras	21/01/98	2/09/98	1.413,29	2	1	2	2.826,58	28,08	589,68	2.236,90	79,14%
Contrapiso	21/01/98	8/09/98	1.449,41	2	1	2	2.898,82	100,32	2.106,72	792,10	27,32%
Califino	28/01/98	22/09/98	1.483,24	1	2	2	2.966,48	83,99	1.763,79	1.202,69	40,54%
Muros	28/01/98	24/09/98	1.506,54	3	1	3	4.519,62	215,22	4.519,62	-	0,00%
Calçadas	9/02/98	5/10/98	1.488,41	2	1	2	2.976,82	107,22	2.251,62	725,20	24,36%
Grama	18/02/98	6/10/98	1.442,70	2	1	2	2.885,40	15,80	331,80	2.553,60	88,50%
Lareira/churrasqueira	11/02/98	29/09/98	1.447,25	1	1	1	1.447,25	48,00	1.008,00	439,25	30,35%
Azulejo/piso cerâmico	11/02/98	2/10/98	1.473,73	1	2	2	2.947,46	74,48	1.564,08	1.383,38	46,93%
Esq.alumínio/vidros	23/02/98	5/10/98	1.402,22	1	1	1	1.402,22	2,97	62,37	1.339,85	95,55%
Colagem parquet	24/02/98	6/10/98	1.415,36	2	1	2	2.830,72	32,22	676,62	2.154,10	76,10%
Banheira	25/02/98	8/10/98	1.415,25	2	1	2	2.830,50	32,00	672,00	2.158,50	76,26%
Esquad. madeira	27/02/98	12/10/98	1.416,65	1	1	1	1.416,65	17,40	365,40	1.051,25	74,21%
Massa corrida	3/03/98	20/10/98	1.446,51	1	1	1	1.446,51	47,26	992,46	454,05	31,39%
Pint. int. 1ª demão	11/03/98	22/10/98	1.417,43	1	1	1	1.417,43	18,18	381,78	1.035,65	73,07%
Fiação/acab.elétricos	13/03/98	23/10/98	1.406,50	2	1	2	2.813,00	14,50	304,50	2.508,50	89,18%
Tampos/louças/metas	13/03/98	22/10/98	1.401,77	2	1	2	2.803,54	5,04	105,84	2.697,70	96,22%
Acabamentos hidráulicos	13/03/98	22/10/98	1.403,21	1	1	1	1.403,21	3,96	83,16	1.320,05	94,07%
Lixamento parquet	16/03/98	26/10/98	1.414,98	1	1	1	1.414,98	15,73	330,33	1.084,65	76,65%
Pint. externa (líqib. textura, 1ª demão)	18/02/98	12/10/98	1.475,03	1	1	1	1.475,03	40,23	844,83	630,20	42,72%
Pint. interna 2ª e 3ª demãos	17/03/98	28/10/98	1.413,79	1	1	1	1.413,79	14,54	305,34	1.108,45	78,40%
Verniz/acab.portas	19/03/98	29/10/98	1.408,85	1	1	1	1.408,85	9,60	201,60	1.207,25	85,69%
Enceram./limpeza	20/03/98	2/11/98	1.416,65	1	1	1	1.416,65	17,40	365,40	1.051,25	74,21%
Total da obra:									63635,88	58.362,32	47,84%
							121.998,20				

Para a otimização do cronograma foram feitas 31 simulações com a combinação da redução das equipes destes 5 serviços isoladamente, combinados dois a dois, três a três, quatro a quatro e todos juntos.

A Tabela 4.3 mostra um resumo de todas as 31 simulações realizadas com informações sobre a data de término obtida para o cronograma, ou seja, para a conclusão da construção das 21 casas; total de horas disponíveis, ou seja, o número total de homens-hora disponíveis entre o início e o término da obra; o número de homens-hora consumidos nas 21 casas; o número total de horas ociosas e o índice de ociosidade para cada uma das simulações.

Para adoção do cronograma mais adequado para o empreendimento estudado neste trabalho adotou-se como primeiro critério de seleção o cumprimento da data de término estabelecida para a construção das casas (30/11/98). O segundo critério foi a simulação com o menor índice de ociosidade.

Na Tabela 4.4 as simulações estão classificadas conforme os critérios estabelecidos para a sua escolha. Nota-se que a maioria das simulações não atendeu sequer o primeiro critério de seleção.

A simulação escolhida, portanto, foi a que reduz o número de equipes de Madeiramento de telhado de 2 para 1, o mesmo acontecendo com o serviço Azulejo/piso cerâmico.

Esta simulação, bem como seus efeitos no restante do cronograma estão mostrados com maiores detalhes nas próximas páginas.

Tabela 4.3: Resumo das 31 simulações realizadas para otimização do cronograma

Nº da simulação	Serviços dos quais uma equipe foi retirada	Término das casas	Total horas disponíveis (1)	HH Total 21 casas (2)	Total horas ociosas (3) = (1) - (2)	Índice de ociosidade (4) = (3) / (1)
1	Mad. telh.	16/11/98	123200,47	63635,88	59564,59	48,35%
2	Azulejo	16/11/98	122150,77	63635,88	58514,89	47,90%
3	Alvenaria	8/12/98	130871,01	63635,88	67235,13	51,38%
4	Califino	16/12/98	126406,51	63635,88	62770,63	49,66%
5	Emboço	25/02/99	144132,83	63635,88	80496,95	55,85%
6	Mad. telh. / Azulejo	16/11/98	121763,69	63635,88	58127,81	47,74%
7	Mad. telh. / Alvenaria	8/12/98	127459,27	63635,88	63823,39	50,07%
8	Mad. telh. / Califino	16/12/98	125768,48	63635,88	62132,60	49,40%
9	Mad. telh. / Emboço	25/02/99	141771,60	63635,88	78135,72	55,11%
10	Azulejo / Alvenaria	8/12/98	129164,81	63635,88	65528,93	50,73%
11	Azulejo / Califino	16/12/98	124652,23	63635,88	61016,35	48,95%
12	Azulejo / Emboço	25/02/99	141928,67	63635,88	78292,79	55,16%
13	Alvenaria / Califino	16/12/98	130164,98	63635,88	66529,10	51,11%
14	Alvenaria / Emboço	25/02/99	142596,32	63635,88	78960,44	55,37%
15	Califino / Emboço	25/02/99	141919,16	63635,88	78283,28	55,16%
16	Mad. telh. / Azulejo / Alvenaria	8/12/98	125753,07	63635,88	62117,19	49,40%
17	Mad. telh. / Azulejo / Califino	16/12/98	124014,20	63635,88	60378,32	48,69%
18	Mad. telh. / Azulejo / Emboço	25/02/99	139567,44	63635,88	75931,56	54,40%
19	Mad. telh. / Alvenaria / Califino	16/12/98	126753,24	63635,88	63117,36	49,80%
20	Mad. telh. / Alvenaria / Emboço	25/02/99	139184,58	63635,88	75548,70	54,28%
21	Mad. telh. / Califino / Emboço	25/02/99	139557,93	63635,88	75922,05	54,40%
22	Azulejo / Alvenaria / Califino	16/12/98	128410,70	63635,88	64774,82	50,44%
23	Azulejo / Alvenaria / Emboço	25/02/99	140392,16	63635,88	76756,28	54,67%
24	Azulejo / Califino / Emboço	25/02/99	139715,00	63635,88	76079,12	54,45%
25	Alvenaria / Califino / Emboço	25/02/99	140382,65	63635,88	76746,77	54,67%
26	Mad. telh. / Azulejo / Alvenaria / Califino	16/12/98	124998,96	63635,88	61363,08	49,09%
27	Mad. telh. / Azulejo / Alvenaria / Emboço	25/02/99	136980,42	63635,88	73344,54	53,54%
28	Mad. telh. / Azulejo / Califino / Emboço	25/02/99	137353,77	63635,88	73717,89	53,67%
29	Mad. telh. / Alvenaria / Califino / Emboço	25/02/99	136970,91	63635,88	73335,03	53,54%
30	Azulejo / Alvenaria / Califino / Emboço	25/02/99	138178,49	63635,88	74542,61	53,95%
31	Mad. telh. / Azulejo / Alvenaria / Califino / Emboço	25/02/99	134766,75	63635,88	71130,87	52,78%

Tabela 4.4: Resumo das 31 simulações classificadas de acordo com os critérios de seleção

Nº da simulação	Serviços dos quais uma equipe foi retirada	Término das cascas	Total horas disponíveis (1)	HH Total 21 cascas (2)	Total horas ociosas (3) = (1) - (2)	Índice de ociosidade (4) = (3) / (1)
6	Mad telh. / Azulejo	16/11/98	121763,69	63635,88	58127,81	47,74%
2	Azulejo	16/11/98	122150,77	63635,88	58514,89	47,90%
1	Mad telh.	16/11/98	123200,47	63635,88	59564,59	48,35%
16	Mad telh. / Azulejo / Alvenaria	8/12/98	125753,07	63635,88	62117,19	49,40%
7	Mad telh. / Alvenaria	8/12/98	127459,27	63635,88	63823,39	50,07%
10	Azulejo / Alvenaria	8/12/98	129164,81	63635,88	65528,93	50,73%
3	Alvenaria	8/12/98	130871,01	63635,88	67235,13	51,38%
17	Mad telh. / Azulejo / Calfino	16/12/98	124014,20	63635,88	60378,32	48,69%
11	Azulejo / Calfino	16/12/98	124652,23	63635,88	61016,35	48,95%
26	Mad telh. / Azulejo / Alvenaria / Calfino	16/12/98	124998,96	63635,88	61363,08	49,09%
8	Mad telh. / Calfino	16/12/98	125768,48	63635,88	62132,60	49,40%
4	Calfino	16/12/98	126406,51	63635,88	62770,63	49,66%
19	Mad telh. / Alvenaria / Calfino	16/12/98	126753,24	63635,88	63117,36	49,80%
22	Azulejo / Alvenaria / Calfino	16/12/98	128410,70	63635,88	64774,82	50,44%
13	Alvenaria / Calfino	16/12/98	130164,98	63635,88	66529,10	51,11%
31	Mad telh. / Azulejo / Alvenaria / Calfino / Emboço	25/02/99	134766,75	63635,88	71130,87	52,78%
29	Mad telh. / Alvenaria / Calfino / Emboço	25/02/99	136970,91	63635,88	73335,03	53,54%
27	Mad telh. / Azulejo / Alvenaria / Emboço	25/02/99	136980,42	63635,88	73344,54	53,54%
28	Mad telh. / Azulejo / Calfino / Emboço	25/02/99	137353,77	63635,88	73717,89	53,67%
30	Azulejo / Alvenaria / Calfino / Emboço	25/02/99	138178,49	63635,88	74542,61	53,95%
20	Mad telh. / Alvenaria / Emboço	25/02/99	139184,58	63635,88	75548,70	54,28%
21	Mad telh. / Calfino / Emboço	25/02/99	139557,93	63635,88	75922,05	54,40%
18	Mad telh. / Azulejo / Emboço	25/02/99	139567,44	63635,88	75931,56	54,40%
24	Azulejo / Calfino / Emboço	25/02/99	139715,00	63635,88	76079,12	54,45%
25	Alvenaria / Calfino / Emboço	25/02/99	140382,65	63635,88	76746,77	54,67%
23	Azulejo / Alvenaria / Emboço	25/02/99	140392,16	63635,88	76756,28	54,67%
9	Mad telh. / Emboço	25/02/99	141771,60	63635,88	78135,72	55,11%
15	Calfino / Emboço	25/02/99	141919,16	63635,88	78283,28	55,16%
12	Azulejo / Emboço	25/02/99	141928,67	63635,88	78292,79	55,16%
14	Alvenaria / Emboço	25/02/99	142596,32	63635,88	78960,44	55,37%
5	Emboço	25/02/99	144132,83	63635,88	80496,95	55,85%

A estratégia adotada foi reduzir inicialmente o número de equipes de Madeiramento para 1. O resultado desta redução está apresentado na Figura 4.5.

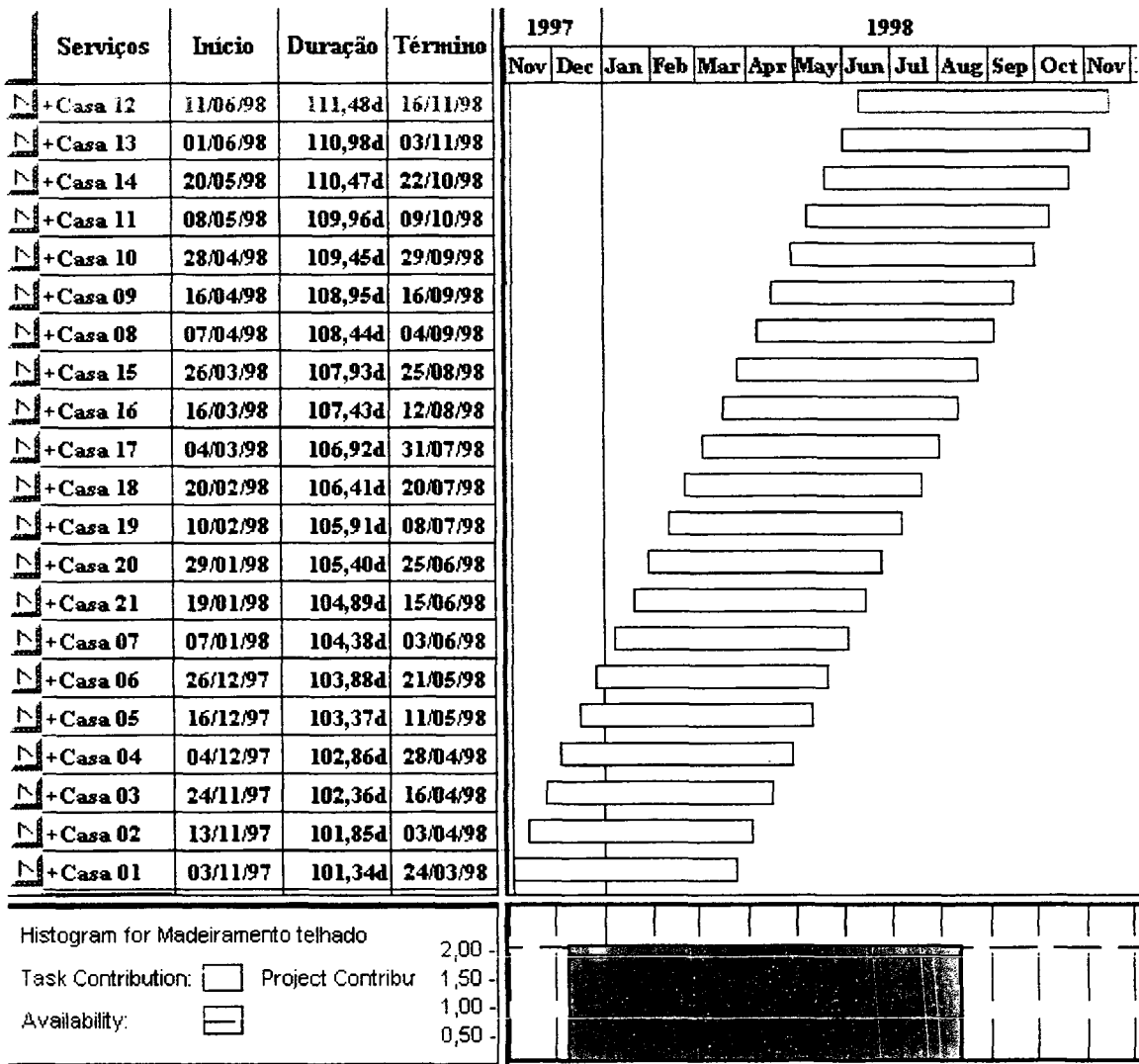


Figura 4.5: Programação completa do condomínio após a redução do número de equipes de Madeiramento de Telhado.

NOTA: Pela escala do histograma percebe-se a nova disponibilidade de oficiais de Madeiramento (2.00) e o gráfico contínuo de utilização do recurso.

Como se vê na Figura 4.5, o histograma para a equipe de Madeiramento está bem mais contínuo e a data de entrega da obra ainda está no limite estabelecido.

Procede-se então uma nova redução, agora do número de equipes para a execução do serviço Azulejo/piso cerâmico. Os resultados obtidos estão apresentados na Figura 4.6. Pode-se observar que o histograma para o serviço Azulejo também está contínuo, sem períodos de ociosidade programados. A obra manteve a mesma data de

entrega, ou seja, esta alteração no número de equipes de Azulejo em nada afetou o cronograma e pode ter significado a redução de custos com a contratação e alocação de mais uma equipe.

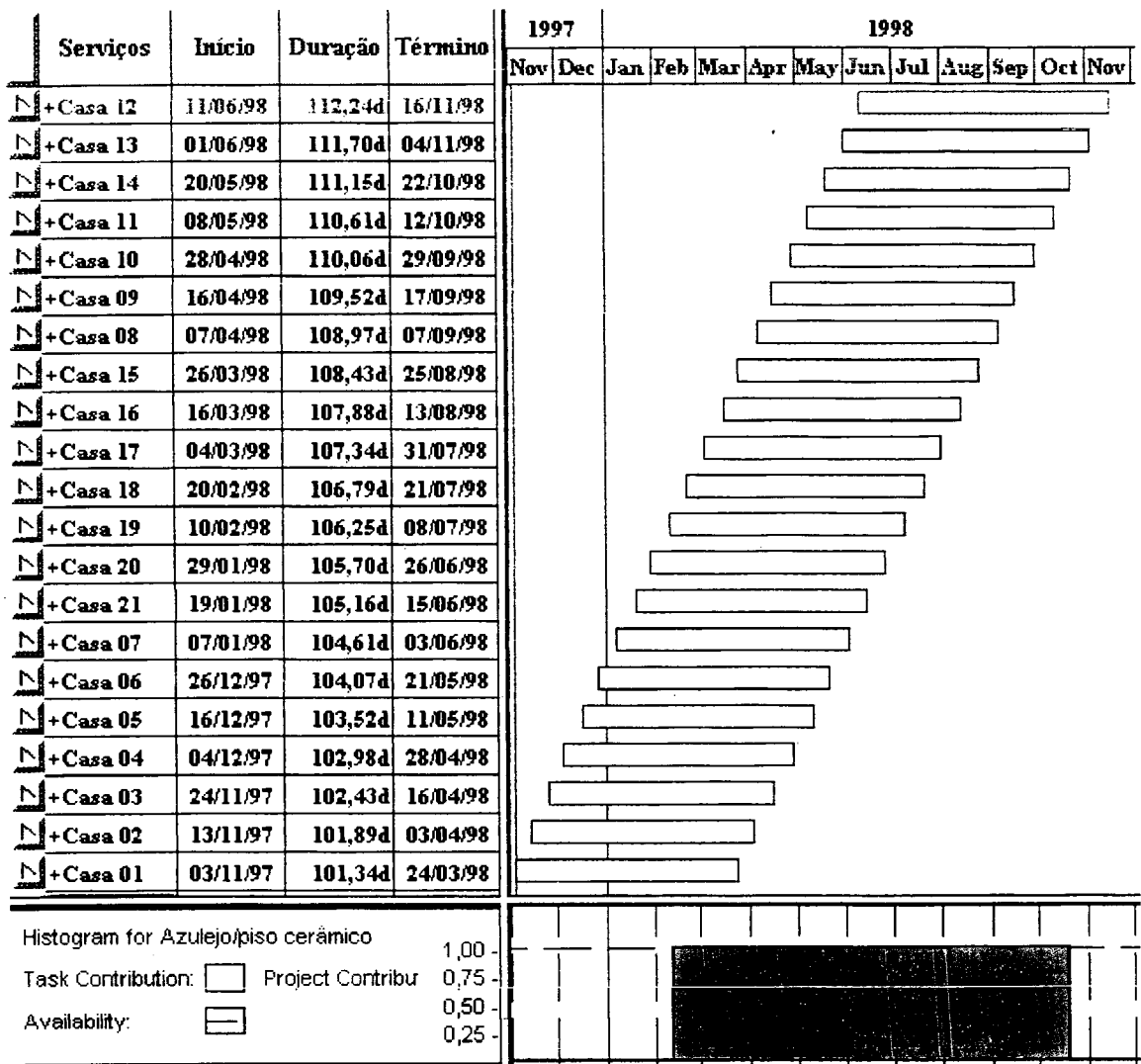


Figura 4.6: Programação final após a redução de uma equipe de Azulejo

Na Tabela 4.5 é mostrado o resultado final da simulação com os índices de ociosidade para todos os serviços.

Tabela 4.5: Resultado da simulação escolhida para otimizar o cronograma

Serviço	Início Casa 1	Término Casa 12	Duração (h) Casa 1 - 12	Nº oficiais por equipe	Nº equipes disponíveis	Nº oficiais disponíveis	Total horas disponíveis (3) = (1) x (2)	HH Total por casa (4)	HH Total 21 casas (5) = (4) x 21	Total horas ociosas (6) = (3) - (5)	Índice de ociosidade (7) = (6) / (3)
Fundação	3/11/97	23/06/98	1.463,35	3	1	3	4.390,05	209,05	4.390,05	-	0,00%
Tub. elétrica piso	10/11/97	22/06/98	1.411,18	2	1	2	2.822,36	35,03	735,63	2.086,73	73,94%
Tub. esgoto interno	10/11/97	22/06/98	1.403,08	3	1	3	4.209,24	28,25	593,25	3.615,99	85,91%
Alvenaria	13/11/97	6/07/98	1.475,25	5	2	10	14.752,50	407,93	8.566,53	6.185,97	41,93%
Pilares/vigas/laje	26/11/97	17/07/98	1.469,21	4	1	4	5.876,84	279,85	5.876,85	(0,01)	0,00%
Chaminés	8/12/97	20/07/98	1.408,91	1	1	1	1.408,91	9,66	202,86	1.206,05	85,60%
Tubulação elétrica	15/12/97	28/07/98	1.419,07	3	1	3	4.257,21	59,45	1.248,45	3.008,76	70,67%
Tub.hidro-sanitária/gás	17/12/97	4/08/98	1.445,65	3	1	3	4.336,95	139,20	2.923,20	1.413,75	32,60%
Madeira/m. telhado	9/12/97	13/08/98	1.557,05	2	1	2	3.114,10	148,29	3.114,09	0,01	0,00%
Telh. cerâmico	19/12/97	19/08/98	1.518,21	2	1	2	3.036,42	70,62	1.483,02	1.553,40	51,16%
Alvenaria de oitões	25/12/97	24/08/98	1.514,24	2	1	2	3.028,48	62,69	1.316,49	1.711,99	56,53%
Chapisco	31/12/97	27/08/98	1.507,10	1	1	1	1.507,10	24,20	508,20	998,90	66,28%
Emboço	5/01/98	14/09/98	1.589,38	5	2	10	15.893,80	532,42	11.180,82	4.712,98	29,65%
Contramarcos	14/01/98	14/09/98	1.522,65	2	1	2	3.045,30	79,50	1.669,50	1.375,80	45,18%
Pelotas/soleiras	21/01/98	16/09/98	1.496,94	2	1	2	2.993,88	28,08	589,68	2.404,20	80,30%
Contrapiso	21/01/98	22/09/98	1.533,06	2	1	2	3.066,12	100,32	2.106,72	959,40	31,29%
Calino	28/01/98	5/10/98	1.566,89	1	2	2	3.133,78	83,99	1.763,79	1.369,99	43,72%
Muros	28/01/98	2/10/98	1.554,64	3	1	3	4.663,92	215,22	4.519,62	144,30	3,09%
Calçadas	9/02/98	12/10/98	1.536,51	2	1	2	3.073,02	107,22	2.251,62	821,40	26,73%
Grana	18/02/98	13/10/98	1.490,80	2	1	2	2.981,60	15,80	331,80	2.649,80	88,87%
Lareira/churrasqueira	11/02/98	13/10/98	1.530,90	1	1	1	1.530,90	48,00	1.008,00	522,90	34,16%
Azulejo/piso cerâmico	11/02/98	19/10/98	1.564,08	1	1	1	1.564,08	74,48	1.564,08	-	0,00%
Esq. alumínio/vidros	23/02/98	19/10/98	1.492,57	1	1	1	1.492,57	2,97	62,37	1.430,20	95,82%
Colagem parquet	24/02/98	21/10/98	1.505,71	2	1	2	3.011,42	32,22	676,62	2.334,80	77,53%
Banheira	25/02/98	23/10/98	1.505,60	2	1	2	3.011,20	32,00	672,00	2.339,20	77,68%
Esquad. madeira	27/02/98	27/10/98	1.507,00	1	1	1	1.507,00	17,40	365,40	1.141,60	75,75%
Massa corrida	3/03/98	3/11/98	1.536,86	1	1	1	1.536,86	47,26	992,46	544,40	35,42%
Pint. int. 1ª demão	11/03/98	5/11/98	1.507,78	1	1	1	1.507,78	18,18	381,78	1.126,00	74,68%
Fiação/acab. elétricos	13/03/98	6/11/98	1.496,85	2	1	2	2.993,70	14,50	304,50	2.689,20	89,83%
Tampas/louças/metas	13/03/98	5/11/98	1.492,12	2	1	2	2.984,24	5,04	105,84	2.878,40	96,45%
Acabamentos hidráulicos	13/03/98	6/11/98	1.493,56	1	1	1	1.493,56	3,96	83,16	1.410,40	94,43%
Lixamento parquet	16/03/98	10/11/98	1.505,33	1	1	1	1.505,33	15,73	330,33	1.175,00	78,06%
Pint. externa (líqub., textura, 1ª demão)	18/02/98	20/10/98	1.523,13	1	1	1	1.523,13	40,23	844,83	678,30	44,53%
Pint. interna 2ª e 3ª demãos	17/03/98	11/11/98	1.504,14	1	1	1	1.504,14	14,54	305,34	1.198,80	79,70%
Verniz/acab. portas	19/03/98	12/11/98	1.499,20	1	1	1	1.499,20	9,60	201,60	1.297,60	86,55%
Enceram./limpeza	20/03/98	16/11/98	1.507,00	1	1	1	1.507,00	17,40	365,40	1.141,60	75,75%
Total da obra:									63635,88	58.127,81	47,74%

4.4 CURVA DE AGREGAÇÃO DE RECURSOS

A elaboração da curva de agregação de recursos fornece a intensidade de alocação de recursos, o que segundo HEINECK (1996) pode ser usada como uma estratégia nitidamente ligada à disponibilidade de recursos financeiros pelo cliente, que determina a duração da obra, o tamanho efetivo necessário para a condução dos trabalhos e a capacidade gerencial necessária para a organização do canteiro. Esta intensidade pode ser vista sob o ponto de vista da média de alocação de recursos ao longo da obra, o pico desta alocação ou a própria forma da curva de alocação ao longo do tempo. Formas favoráveis desta curva conduzem à redução do capital próprio necessário para a execução dos serviços enquanto os recebimentos do cliente não tornam o caixa da obra superavitário.

SHTUB et al. (1994) apud CASAROTTO e HEINECK (1996) apresentam um tratamento para os recursos mensais de um projeto através do tempo, usando um gráfico trapezoidal típico como sendo o ideal para o desenvolvimento de um projeto conforme a Figura 4.7.

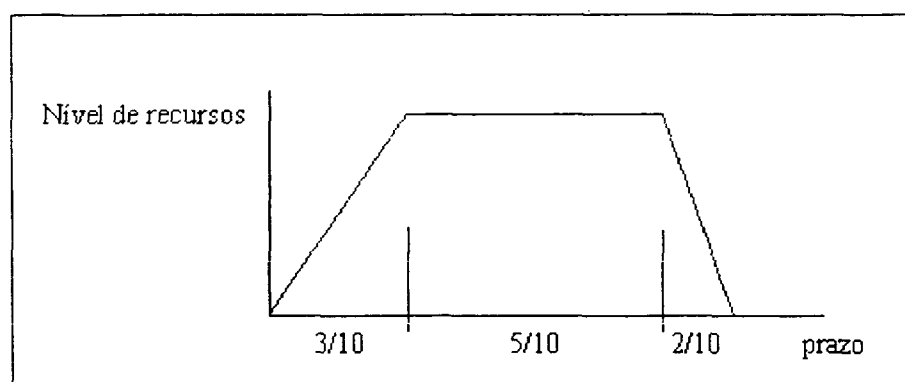


Figura 4.7: Gráfico Trapezoidal Ideal por SHTUB et al. (1994) apud CASAROTTO e HEINECK (1996)

A curva de agregação pode ser obtida com a programação definida através dos dados de um relatório gerado pelo Time Line chamado Crosstab (Tabela Cruzada). Estes dados estão baseados no número de homens-hora de oficiais previstos mês a mês para todos os serviços executados na obra (Figura 4.8).

Serviços	1997		1998										
	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov
+Casa 12								513,03h	604,88h	459,1h	368,18h	462,11h	111,94h
+Casa 13								808,03h	511,81h	690,9h	716,38h	282,72h	20,44h
+Casa 14							255,88h	713,89h	489,31h	808,32h	606,91h	155,98h	
+Casa 11							593,33h	594,16h	581,74h	779,12h	400,43h	81,5h	
+Casa 10						58,7h	812,38h	489,13h	806,83h	617,63h	245,1h		
+Casa 09						370,16h	611,1h	519,42h	916,45h	486,61h	126,54h		
+Casa 08						695,28h	574,01h	627,52h	799,96h	298,47h	35,04h		
+Casa 15					103,85h	860,88h	452,86h	790,83h	659,29h	162,58h			
+Casa 16					445,41h	642,97h	554,48h	856,02h	443,31h	88,1h			
+Casa 17					758,83h	587,33h	745,53h	662,61h	275,98h				
+Casa 18				161,6h	808,17h	502,47h	843,8h	573,11h	141,14h				
+Casa 19				520,66h	672,25h	652,98h	751,46h	383,29h	49,64h				
+Casa 20			39,1h	783,28h	580,65h	790,83h	627,67h	208,74h					
+Casa 21			337,5h	632,27h	636,72h	863,29h	448,81h	111,7h					
+Casa 07			680,26h	617,19h	747,49h	696,49h	268,66h	20,2h					
+Casa 06		87,25h	871h	496,72h	831,97h	596,61h	146,74h						
+Casa 05		417,75h	716,05h	614,86h	821,27h	405,12h	55,24h						
+Casa 04		745,63h	658,85h	754,83h	643,93h	227,03h							
+Casa 03	105,4h	864,37h	640,34h	790,57h	512,31h	117,3h							
+Casa 02	448h	795,34h	806,68h	634,66h	319,81h	25,8h							
+Casa 01	773,18h	683,51h	833,15h	578,11h	162,34h								
Total	1.326,58h	3.593,84h	5.582,93h	6.584,74h	8.045,01h	8.093,24h	7.742,44h	7.876,74h	6.280,33h	4.390,82h	2.998,57h	988,3h	132,37h

Figura 4.8: Relatório Crosstab do Time Line mostrando os homens-hora consumidos por todos os oficiais mês a mês em cada casa.

Os valores totalizados para a obra inteira podem ser lançados em uma planilha eletrônica, como o Excel 7.0 for Windows, para plotar o gráfico da curva de agregação de recursos e a curva de agregação acumulada ou curva S (Figura 4.9).

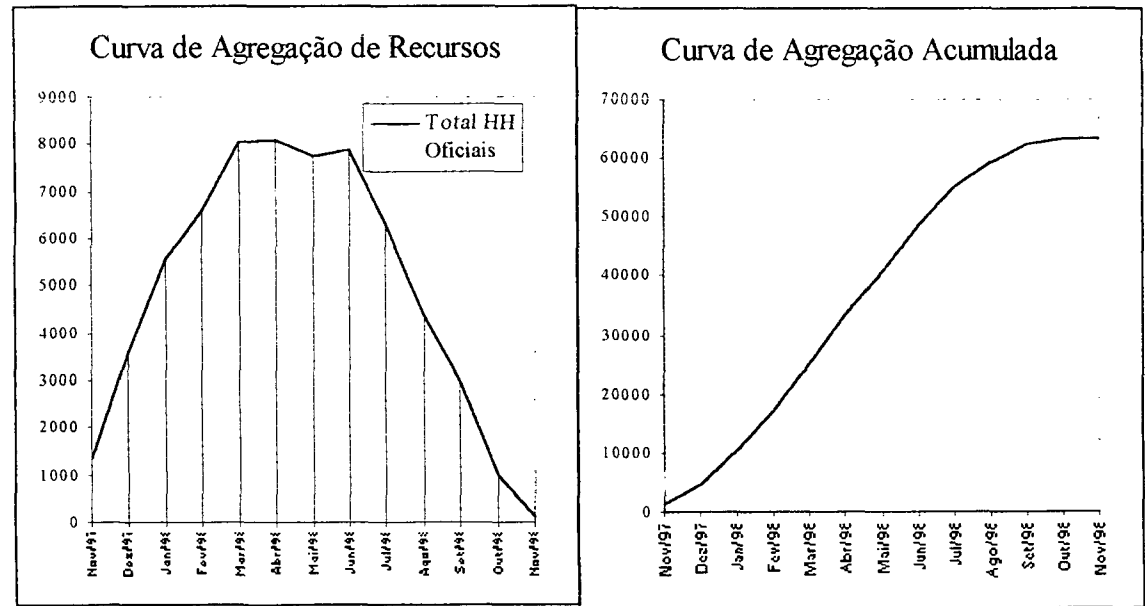


Figura 4.9: Curva de Agregação de Recursos e Curva de Agregação Acumulada.

Conforme vê-se na Figura 4.9, as proporções do trapézio obtido para o condomínio estudado (5/13;3/13;5/13) diferem das proporções ideais (3/10;5/10;2/10). Ainda que não tenham sido envolvidos custos na pesquisa desenvolvida neste trabalho, pode-se apontar o seguinte: CASAROTTO e HEINECK (1996) relatam que é interessante notar que se o projeto segue um modelo estável, principalmente na região do patamar, evitando picos de gastos, provavelmente contribuirá para diminuir o capital de giro necessário e o conseqüente custo financeiro de sustentá-lo.

4.5 PROGRAMAÇÃO PERIÓDICA DE SERVIÇOS

O desenvolvimento de uma programação mais detalhada, aproximando-se ao máximo da realidade que será encontrada quando da sua execução, baseado em dados estatísticos e na experiência dos profissionais envolvidos na execução, é defendido como uma diretriz para a implementação de um novo sistema de administração da produção no setor da construção civil. (KRETZER et al., 1996)

Buscando uma programação mais detalhada da obra, porém sem desvincular-se da programação geral já obtida, pode-se criar uma programação periódica de serviços. O software permite que a programação completa do condomínio seja emitida das mais diversas maneiras, utilizando-se filtros e padronizando colunas e gráficos de relatórios. Desta maneira, pode-se criar um relatório com a programação de um período mais curto do projeto que pode ser uma semana, um mês ou um trimestre do mesmo.

A programação periódica, por ser mais detalhada, traz algumas vantagens:

- previsões de faturamento para os empreiteiros;
- previsões de desembolso para a construtora;
- definição de responsáveis para os serviços;
- requisições de materiais, ferramentas e equipamentos com maior precisão;
- preparação do canteiro para a execução dos serviços programados;
- melhor visualização das metas de produção;
- metas de produção mais facilmente alcançáveis (motivação).

Para o condomínio estudado foi elaborada a programação mensal dos serviços. Na Figura 4.10 é mostrado um trecho da programação de um mês da obra com o nome dos serviços programados, o local de execução, a data de início e término, duração e o gráfico de barras.

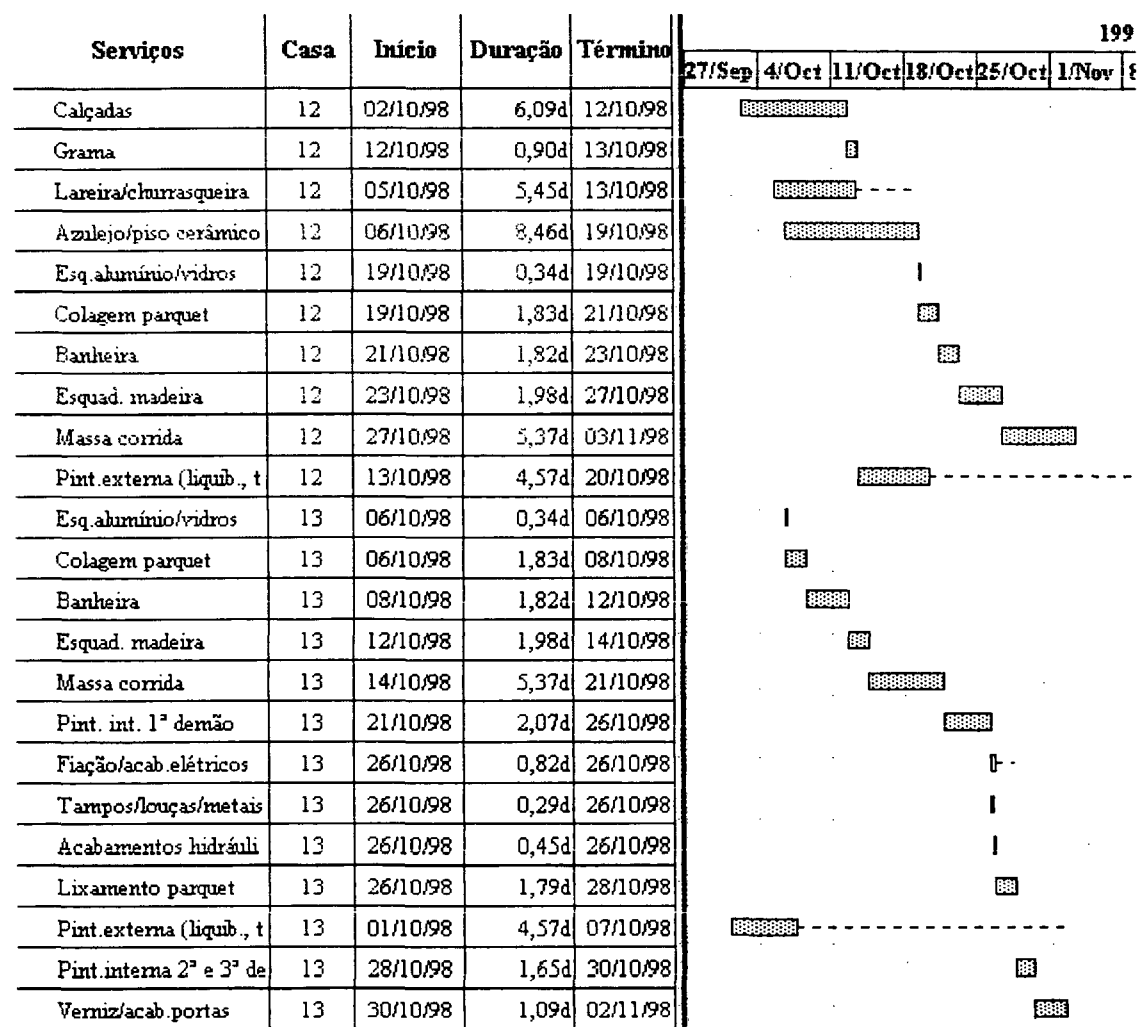


Figura 4.10: Trecho da programação do mês de Outubro de 1998 (casas 12 e 13)

CAPÍTULO V - CONCLUSÕES

5.1 PROGRAMAÇÃO COM O TIME LINE x LINHA DE BALANÇO

Uma das hipóteses desta dissertação era verificar se o Time Line seria capaz de reproduzir a Linha de Balanço, pelo fato desta técnica não possuir nenhum software que a represente. Para traçar um comparativo entre as duas técnicas pode-se analisar as vantagens e desvantagens de ambas segundo alguns aspectos:

- Representação gráfica

Os gráficos de programação de serviços que o Time Line oferece mostram cada um dos serviços programados separadamente, conforme pode-se perceber no Anexo B. Já a Linha de Balanço apresenta os serviços em forma de linhas diagonais dispostas lado a lado conforme o ritmo calculado.

Isto confere uma vantagem à técnica da Linha de Balanço durante a programação do projeto, pois a sua forma gráfica facilita a análise dos atrasos causados ao cronograma pela falta de balanceamento e diferença de ritmo entre os serviços, conforme pode ser visto na Figura 5.1. Os serviços não são mostrados de forma isolada como no Time Line e com isso as simulações com mudanças de ritmo na execução das atividades aumentando ou reduzindo equipes ficam melhor definidas.

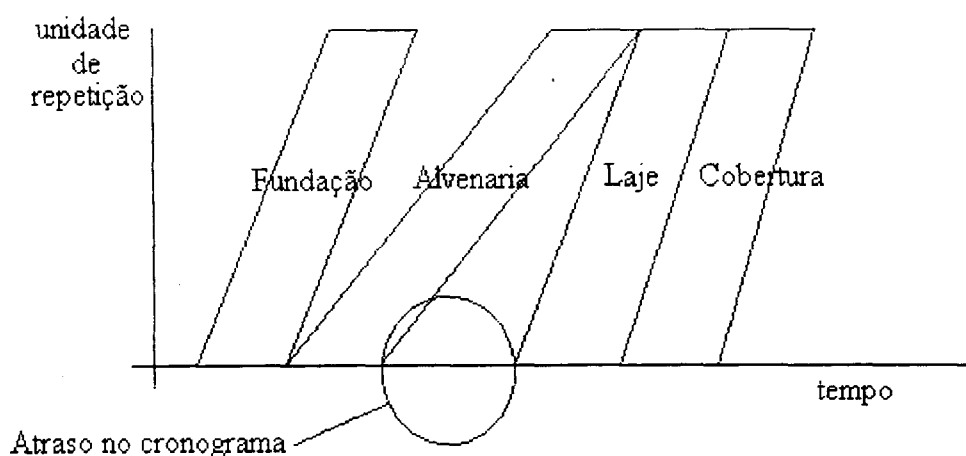


Figura 5.1: Atraso no cronograma provocado pela existência de ritmos diferenciados entre os serviços.

- Complexidade da rede

A Linha de Balanço possui uma dificuldade peculiar que é não reproduzir com clareza redes complexas ou com muitos caminhos paralelos. A técnica procura sempre trabalhar com redes linearizadas ao máximo e serviços simultâneos só conseguem ser melhor representados em gráficos separados.

Já no Time Line é possível trabalhar com redes bastante complexas, com dependências padrão e parciais e vários serviços simultâneos. Isto pôde ser percebido com a programação desenvolvida neste trabalho. Os caminhos paralelos são calculados e apresentados da mesma forma que o caminho principal ou crítico.

- Velocidade de programação

No primeiro item deste tópico destacou-se a vantagem da Linha de Balanço em representar graficamente melhor o projeto como um todo, facilitando análises de folgas e atrasos provocados por ritmos diferenciados entre os serviços.

Por outro lado, o fato do Time Line ser um programa que permite a aplicação do método de forma computadorizada lhe confere a vantagem de poder efetuar simulações com respostas mais rápidas que a técnica da Linha de Balanço, por esta ainda ser manual.

Uma prova disto é que as simulações feitas no capítulo 4 para se ajustar a continuidade do trabalho das equipes alocadas, não demoraram mais que 10 minutos para serem realizadas. O mesmo trabalho com a Linha de Balanço manual poderia demandar algumas horas.

- Escalas

A Linha de Balanço tem dificuldade em representar os serviços que são executados em escalas ou unidades de repetição diferentes no mesmo gráfico. Pode-se criar duas ou mais escalas para um mesmo gráfico, mas a referência dos serviços às suas respectivas escalas é sempre de difícil interpretação.

No Time Line, pelo fato de trabalhar-se com prioridades e dos relatórios apresentarem os serviços de maneira isolada, este problema não acontece.

A escala horizontal ou de tempo do Time Line possui a vantagem de poder ser alterada conforme pode ser visto nas Figuras 4.1 (meses) e 4.10 (semanas) de acordo com as necessidades de visualização de detalhes do projeto.

- Número de atividades programadas

O número de serviços gerado pela programação de múltiplas unidades básicas pode, muitas vezes, ultrapassar um limite gerenciável.

Aqui encontra-se a maior dificuldade do software em comparação à técnica da Linha de Balanço. Enquanto esta não possui limite prático no número de serviços a serem representados e programados, o Time Line possui um limite teórico definido pelo fabricante de 10.000 serviços programados. Porém, pela experiência do autor, cronogramas com mais de 1.000 serviços começam a apresentar algumas dificuldades na hora de executar recálculos, filtros, nivelamentos e até mesmo operações simples como mudanças de duração de serviços. O software algumas vezes apresenta erros inexplicáveis e sua operação fica muito instável.

O cronograma da pesquisa possuía 37 serviços na unidade básica, que com 21 repetições e mais 21 serviços mãe totalizaram 798 serviços programados. Isto não chegou a prejudicar a operação do software, mas algumas operações ficaram bem mais lentas que o normal. Mas, conforme já exposto em itens anteriores, a programação ainda é muito mais ágil do que se fosse feita manualmente.

Com isto, a hipótese levantada no início do trabalho de que o Time Line é capaz de suportar a lista de serviços de um condomínio residencial fica confirmada mas com o limite de cerca de 1.000 serviços para a configuração do computador usado na experiência.

5.2 O USO DE HISTOGRAMAS E DO NIVELAMENTO DE RECURSOS PARA PROGRAMAR TRABALHO CONTÍNUO ÀS EQUIPES

Com o uso do histograma em conjunto com os filtros de informações torna-se mais fácil visualizar-se os recursos e os períodos onde está ocorrendo ociosidade em suas programações de alocação.

O software possibilita a realização do nivelamento automático de recursos em qualquer uma das quatro categorias definidas no Capítulo III: nivelamento completo, rápido, com data limite ou dentro das folgas. Porém, também é possível usar o histograma para analisar as falhas na programação de recursos e corrigi-las manualmente. Pode-se, por exemplo, aumentar a disponibilidade de uma equipe para suprir um período de pico de trabalho ou, então, reprogramar um serviço não crítico para um período em que o recurso que nele trabalha esteja ocioso. Isto é o que foi feito nas simulações para otimização do cronograma.

Porém, nota-se na Figura 5.2 que o histograma da equipe de Esquadria de alumínio e vidros prevê uma série de períodos ociosos intercalados com períodos onde a equipe trabalha. Este é um problema inerente à programação com o método CPM que se repete com a maioria dos serviços programados no Time Line. A Tabela 4.5 confirma que a equipe de Esquadria de alumínio e vidros está com 95,82% do tempo ocioso.

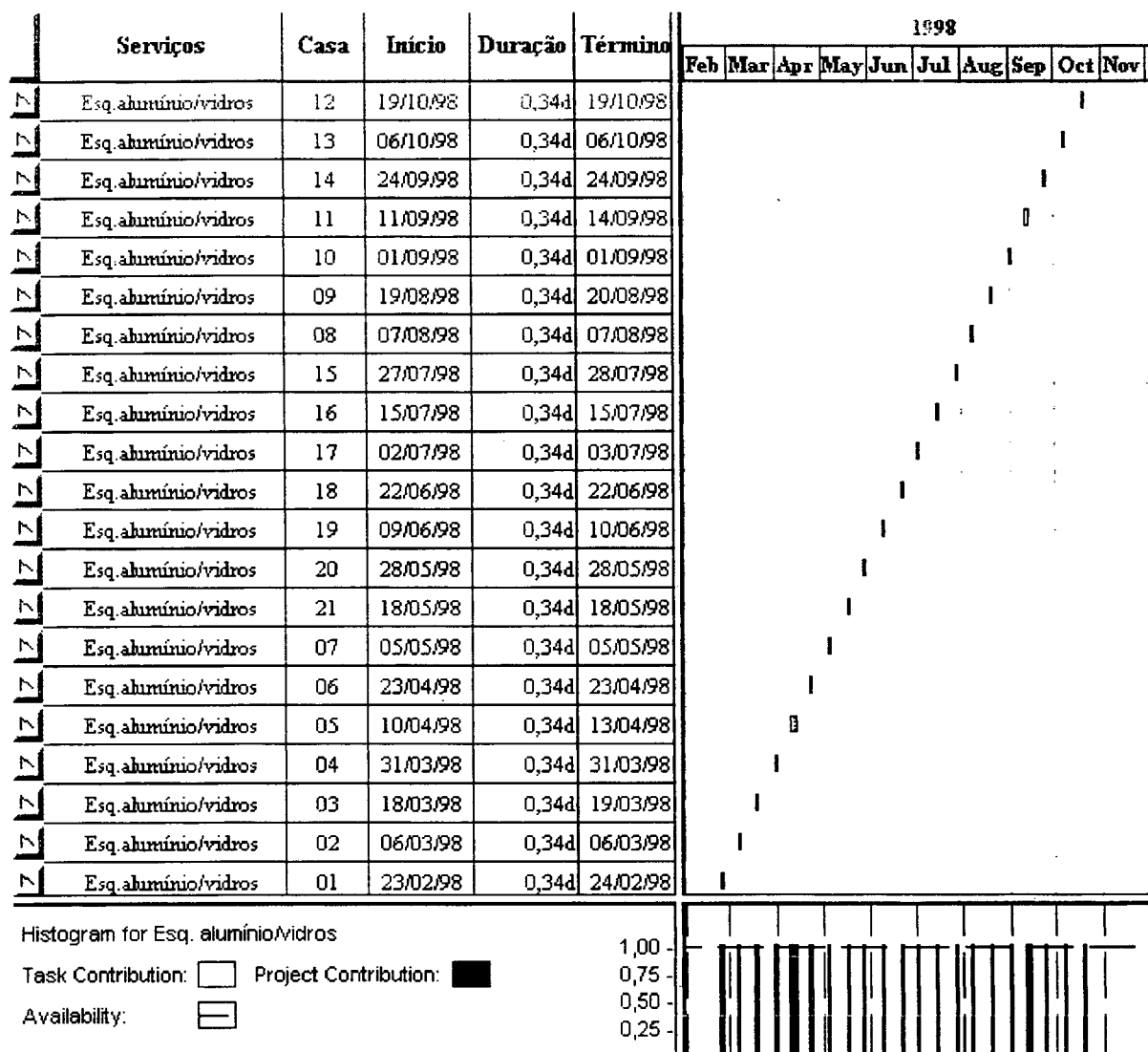
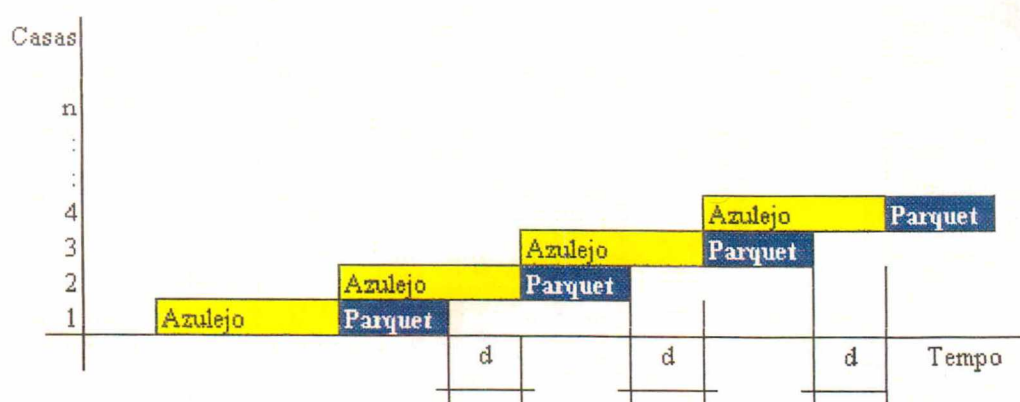


Figura 5.2: Programação do serviço Esq.alumínio/vidros com o histograma mostrando os períodos de ociosidade da equipe.

Isto acontece porque os serviços foram programados para serem executados o mais cedo que fosse possível (ASAP) e quase todos são executados com apenas uma equipe. Serviços precedidos por outros de duração maior acabam tendo que esperar pela conclusão deste para poderem passar à unidade de repetição seguinte, conforme mostrado na Figura 5.3.



d - tempo de ociosidade para a equipe de Parquet

Figura 5.3: Tempo ocioso criado pela programação mais cedo quanto possível (ASAP)

O que precisa-se saber é o tempo necessário para retardar a entrada da equipe na primeira unidade de repetição e assim garantir a continuidade no seu serviço. Os recursos do Time Line, como o uso de outros critérios de programação para os serviços não se mostraram adequados para definir este ponto.

Porém, assim como no caso do serviço Esquadrias de alumínio e vidros, muitos outros serviços com grandes índices de ociosidade acabam sendo executados por subempreiteiros que não permanecem no canteiro o tempo todo. Além disso, em alguns serviços como os da parte elétrica e hidráulica, uma mesma equipe executa mais de um tipo de serviço com os mesmos componentes, o que contraria uma das regras básicas da Linha de Balanço (equipes especializadas).

Tudo isto contribui para que ocorra uma diminuição sensível nos índices de ociosidade elevados que foram apresentados.

5.3 PRIORIDADES x DEPENDÊNCIAS

O uso de prioridades para definir o seqüenciamento de execução das unidades de repetição mostrou-se muito mais flexível e mais legível do que a marcação de dependências entre os serviços de casas diferentes.

Para esclarecer melhor o que quer-se dizer com a afirmação anterior pode-se utilizar a Figura 5.4, que mostra a aplicação do CPM em construções repetitivas onde uma subrede é criada para cada casa e ligada a outras subredes.

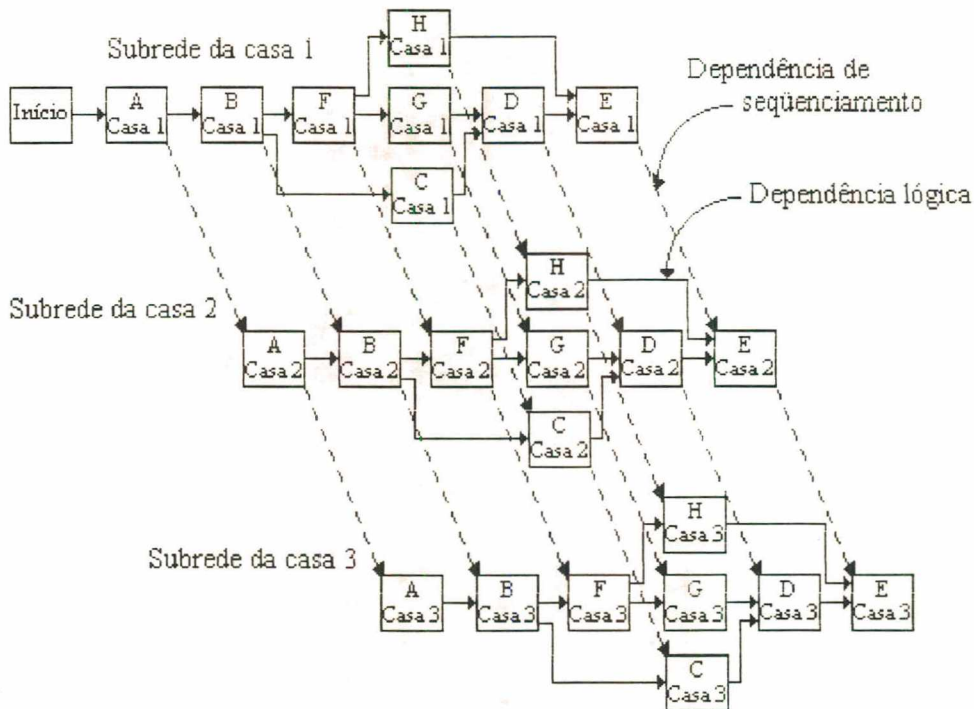


Figura 5.4: Exemplo de rede com dependências entre casas. Fonte: SUHAIL e NEALE (1994).

Uma equipe trabalhando em um serviço típico, por exemplo serviço D está programada para mover-se de uma casa para outra de acordo com a sequência definida pelas linhas pontilhadas. Entretanto, as equipes irão frequentemente seguir outras sequências e a necessidade de revisar as linhas pontilhadas será enorme para manter um cronograma compreensível e gerenciável. A revisão das linhas pontilhadas é ainda mais complexa se o planejador empregou mais do que uma equipe para trabalhar em cada serviço típico, o que ocorre normalmente nos canteiros. Programar sem corrigir este erro produz cronogramas difíceis de trabalhar. Portanto, cada vez que a sequência é alterada, torna-se necessário despendar mais horas de trabalho para corrigir as linhas pontilhadas e manter o cronograma compreensível e gerenciável.

Para ter-se uma noção do quanto a inclusão de dependências entre casas dificulta o trabalho de gerenciamento do cronograma, a Figura 5.5 mostra uma comparação entre um trecho de programação feito com dependências indicando a sequência de execução e outro feito com prioridades entre as unidades. Deve-se reparar que os resultados

fornecidos são exatamente iguais, mas a legibilidade da programação com prioridades é muito maior.

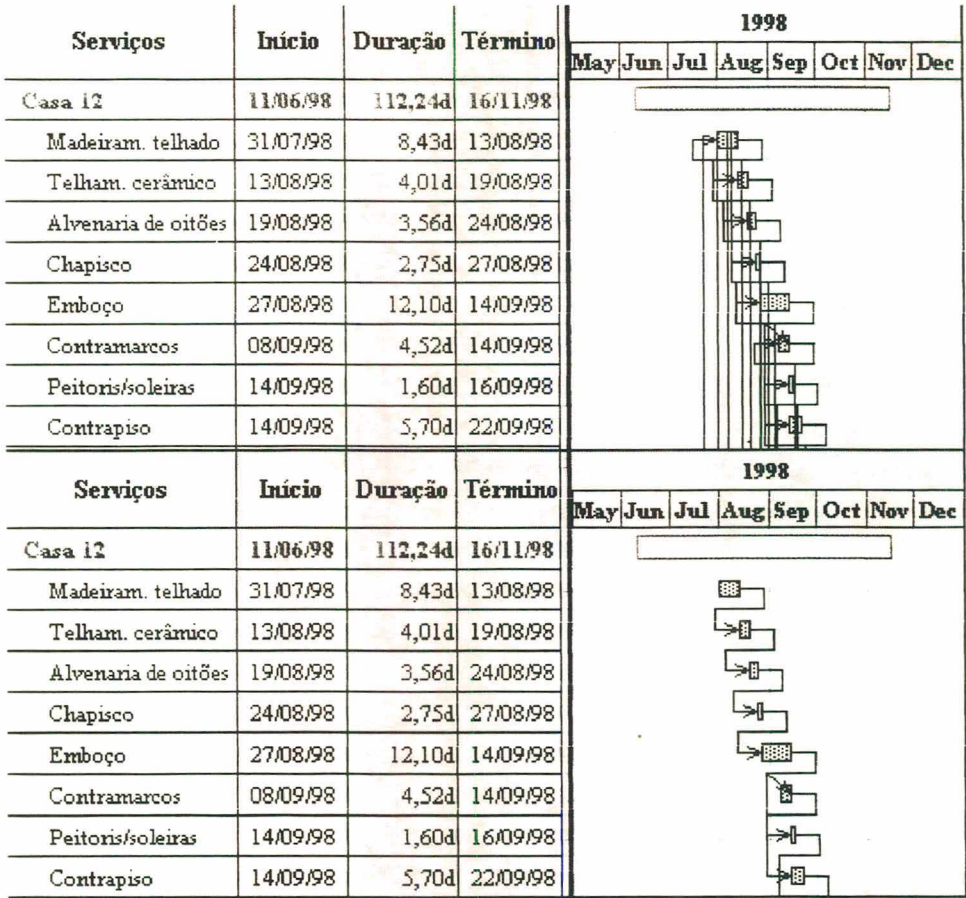


Figura 5.5: Trecho da programação de uma casa. O superior feito com dependências entre as casas e o inferior com prioridades.

É praticamente impossível num cronograma como o primeiro da Figura 5.5 descobrir os motivos pelos quais um serviço atrasou ou foi reprogramado, tamanho é o emaranhado de linhas de dependências existente. Para um cronograma similar ao do Estudo de Caso, teria-se um acréscimo de mais de 700 dependências no cronograma. Além disso, o cronograma torna-se muito menos flexível, ou seja, se em um determinado momento do projeto deseja-se alterar a seqüência de execução dos serviços no canteiro, terá que se alterar todas as dependências estabelecidas entre as casas. Esta mesma situação, quando trabalha-se com prioridades, só requer a troca do número informado às atividades para indicar a seqüência de execução.

Não há dúvidas de que em projetos repetitivos não se deve marcar dependências entre as unidades de repetição e sim trabalhar com prioridades de programação. Quando se trabalha com prioridades, uma rede de precedências de um projeto repetitivo pode ser

tão grande quanto um software de gerenciamento e um computador pode suportar e ainda ser gerenciável sem precisar reduzir o número de serviços por medo dos problemas de progresso fora de sequência entre as unidades típicas. No entanto, o progresso fora de lógica, que é o progresso que contradiz as relações lógicas entre os serviços em uma subrede típica, será mais facilmente observado.

5.4 O CAMINHO CRÍTICO DO PROJETO COMPLETO

Quando faz-se a programação de apenas uma unidade básica, a relação de dependências entre os serviços e as durações calculadas para os mesmos fornece um caminho crítico para o projeto (Figura 3.12).

O que pode ser observado com a pesquisa é que após a multiplicação dos serviços para as diversas unidades de repetição do projeto, o caminho crítico inicial é alterado e alguns serviços que eram considerados críticos em uma casa passam a não sê-lo (Figura 5.6).

O ritmo do serviço Azulejo/piso cerâmico é que está definindo a entrega da obra. Esta observação seria suficiente para que fosse dispensada total atenção para este serviço, pois um atraso na sua execução provoca atrasos também no cronograma geral da obra.

O fato do serviço Azulejo/piso cerâmico estar definindo o ritmo de execução da obra confere a ele uma situação que mereceria atenção ao longo da execução deste projeto.

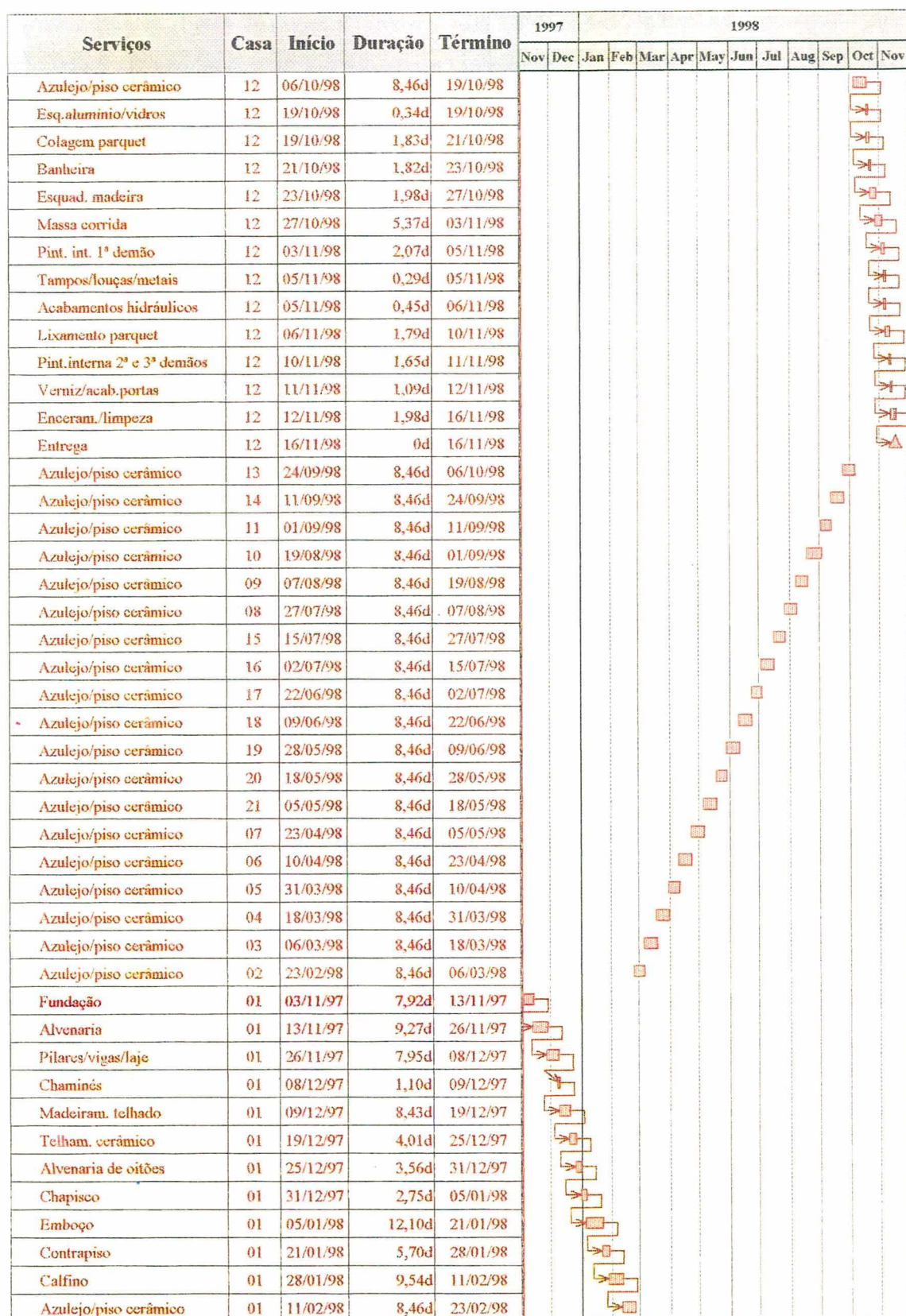


Figura 5.6: Caminho Crítico do projeto após a multiplicação das unidades básicas

5.5 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Logicamente, a aplicação desta mesma técnica em outros tipos de projetos repetitivos como edifícios altos, estradas pode ser uma linha de pesquisa a ser seguida. O teste de outras ferramentas computacionais, outros softwares de gerenciamento de projetos também é uma sugestão válida, assim como a extensão da pesquisa para as fases de acompanhamento e controle do projeto para verificar como o software e a técnica comportam-se nesta situação.

A procura de uma fórmula ou algum critério de programação que facilitem a obtenção da quantidade de tempo que se deve retardar o início de um serviço para garantir continuidade de trabalho para as equipes auxiliaria o programa Time Line e a técnica exposta nesta pesquisa.

Outra recomendação é a inclusão de um cronograma de compras e entrega de equipamentos para os serviços que estivesse vinculado diretamente ao cronograma geral da obra. Uma linha de estudo seria verificar como desenvolver este cronograma de maneira eficaz com as ferramentas dos softwares de gerenciamento disponíveis.

De qualquer forma, a pesquisa por ferramentas, computacionais ou não, que auxiliem o trabalho de gerentes de projeto para a obtenção de dados de programação e controle de obras de maneira rápida e precisa é sempre bem aceita no mercado da construção civil.

ANEXO A - OPERAÇÕES COMPONENTES DOS SERVIÇOS PROGRAMADOS

Nas tabelas a seguir são mostradas as informações das operações que foram levantadas na pesquisa no Castel Valenza Condominium e que compõem os serviços programados. Também estão anexas algumas fotos ilustrativas de algumas operações realizadas.

Serviço e Operações Componentes	Duração	Nº de Oficiais	HH Total
	(1)	(2)	(1) x (2)
Fundação			180,50 h
Gabarito	1,50 h	3	4,50 h
Marcação da casa	1,00 h	4	4,00 h
Escav. manual de valetas p/ blocos radier	6,50 h	3	19,50 h
Blocos do radier	6,50 h	2	13,00 h
Preparação inicial do terreno	2,50 h	3	7,50 h
Forma radier (colocação e alinhamento)	6,50 h	2	13,00 h
Regularização do terreno	4,00 h	2	8,00 h
Armadura superior do radier (preparação)	13,00 h	1	13,00 h
Armadura inferior do radier (preparação)	6,00 h	5	30,00 h
Lastro de brita do radier	3,00 h	3	9,00 h
Compactação do lastro de brita	1,00 h	1	1,00 h
Armadura do radier (colocação)	1,00 h	4	4,00 h
Colocação de piquetes	0,50 h	1	0,50 h
Preparo do concreto do radier	2,00 h	7	14,00 h
Concretagem do radier + nivelamento	6,50 h	6	39,00 h
Colocação das esperas dos pilares	0,50 h	1	0,50 h
Tubulação elétrica piso			30,00 h
Escavação para tubulação elétrica	6,00 h	2	12,00 h
Tubulação elétrica de piso	6,00 h	3	18,00 h
Tubulação de esgoto interno			24,00 h
Marcação dos pontos de esgoto interno	0,50 h	3	1,50 h
Escavação para tub. de esgoto interno	4,00 h	3	12,00 h
Colocação de tub. de esgoto interno	3,50 h	3	10,50 h



Figura A.1: Fundação em radier. No detalhe aparecem as formas já preparadas, as instalações elétricas de piso e de esgoto interno executadas e algumas armaduras posicionadas.

Serviço e Operações Componentes	Duração	Nº de Oficiais	HH Total
	(1)	(2)	(1) x (2)
Alvenaria			273,00 h
Descarregamento de tijolos	3,00 h	2	6,00 h
Marcação da 1ª fiada	7,50 h	3	22,50 h
Impermeabilização da 1ª fiada	7,50 h	1	7,50 h
Alvenaria de 1/2 vez	47,50 h	5	237,00 h

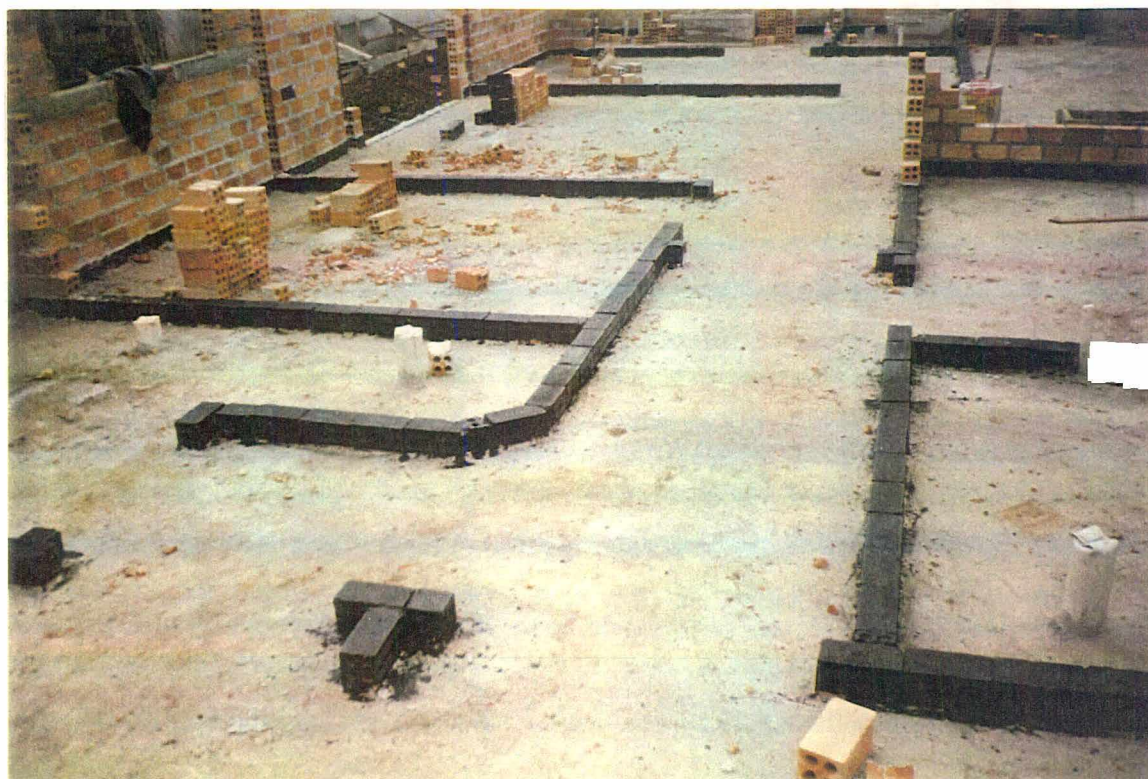


Figura A.2: Marcação da alvenaria interna com a 1ª fiada impermeabilizada



Figura A.3: Execução da alvenaria interna

Serviço e Operações Componentes	Duração (1)	Nº de Oficiais (2)	HH Total (1) x (2)
Pilares/vigas/laje			233,00 h
Armadura dos pilares (colocação)	1,00 h	2	2,00 h
Forma de tábua dos pilares (preparo)	5,50 h	2	11,00 h
Concretagem dos pilares	2,50 h	2	5,00 h
Armadura das vigas (colocação)	0,50 h	1	0,50 h
Forma de tábua das vigas (preparo)	4,00 h	2	8,00 h
Concretagem dos pilares e vigas	1,00 h	2	2,00 h
Transporte dos escoramentos	5,00 h	7	35,00 h
Preparação do escoramento da laje	7,50 h	4	30,00 h
Desforma dos pilares e vigas	1,00 h	2	2,00 h
Forma de laje (colocação)	10,50 h	2	21,00 h
Nivelamento da laje	4,00 h	2	8,00 h
Marcação do abrigo	1,00 h	2	2,00 h
Escavação das sapatas do abrigo	2,00 h	1	2,00 h
Concretagem das sapatas	1,00 h	1	1,00 h
Forma dos pilares e vigas do abrigo	9,50 h	2	19,00 h
Coloc. das caixas de passagem elétrica	1,00 h	2	2,00 h
Nivelam./escoram. pilares e vigas abrigo	7,50 h	2	15,00 h
Forma da laje do abrigo/escoramento	2,00 h	2	4,00 h
Forma da laje (acabamentos)	4,00 h	2	8,00 h
Nivelamento da laje do abrigo	3,50 h	2	7,00 h
Colocação dos moldes dos alçapões	2,50 h	1	2,50 h
Transporte da armadura laje	1,00 h	3	3,00 h
Armadura da laje	5,50 h	3	16,50 h
Tubulação elétrica de laje (embutida)	1,50 h	1	1,50 h
Forma das vigas invertidas	2,00 h	2	4,00 h
Concretagem da laje	3,50 h	6	21,00 h



Figura A.4: Escoramento da laje com escoras metálicas e vigotes de madeira



Figura A.5: Formas de tábuas para vigas e pilares



Figura A.6: Lançamento de concreto na laje. No detalhe vibração do concreto e armaduras, caixas de passagem elétricas, passagens de tubulação hidráulica e molde do duto do zenital já posicionados

Serviço e Operações Componentes	Duração (1)	Nº de Oficiais (2)	HH Total (1) x (2)
Chaminés			14,50 h
Chaminé da lareira/churrasqueira	8,50 h	1	8,50 h
Emboço da chaminé (lar./churr.)	3,00 h	1	3,00 h
Zenital (alvenaria e chapisco)	3,00 h	1	3,00 h
Tubulação elétrica			49,00 h
Tubulação elétrica sobre laje	3,00 h	3	9,00 h
Chumbamento tubulação elétrica	0,50 h	3	1,50 h
Rasgo de paredes (manual)	4,00 h	3	12,00 h
Rasgo de paredes (máquina)	2,00 h	1	2,00 h
Tubulação elétrica de parede/caixinhas	5,00 h	4	20,00 h
Chumbamento da tubulação elétrica	4,50 h	1	4,50 h
Tubulação hidro-sanitária/gás			116,50 h
Rasgo de paredes tubul. hidro-sanitária	6,50 h	3	19,50 h
Escavação p/ tubulação de esgoto externo	12,00 h	2	24,00 h
Tubulação de esgoto externo	5,00 h	2	10,00 h
Tubulação hidráulica de parede/cx. d'água	22,50 h	2	45,00 h
Chumbamento de tubulações	9,00 h	1	9,00 h
Rasgo de paredes tubulação de gás	2,00 h	2	4,00 h
Tubulação de gás	2,50 h	2	5,00 h

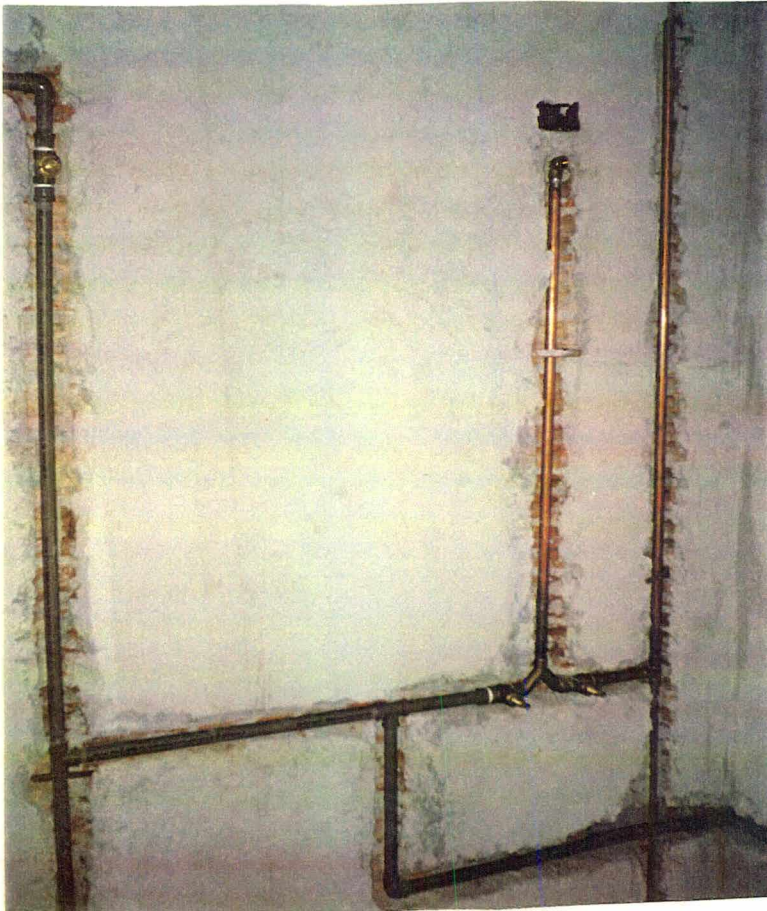


Figura A.7: Tubulação de água fria e quente, com registros já instalados

Serviço e Operações Componentes	Duração (1)	Nº de Oficiais (2)	HH Total (1) x (2)
Madeiramento telhado			125,00 h
Preparo da madeira cobertura (encaixes)	4,00 h	2	8,00 h
Lixamento de caibros e ripas	4,00 h	2	8,00 h
Madeiramento de cobertura (caibros)	36,50 h	2	73,00 h
Madeiramento de cobertura (ripas)	18,00 h	2	36,00 h
Telhamento cerâmico			59,00 h
Transporte das telhas	7,00 h	2	14,00 h
Colocação das telhas	11,50 h	2	23,00 h
Colocação das cumeeiras	4,00 h	2	8,00 h
Emboço das cumeeiras	14,00 h	1	14,00 h
Alvenaria de oitões			42,00 h
Alvenaria de oitões	21,00 h	2	42,00 h
Chapisco			15,50 h
Chapisco	15,50 h	1	15,50 h
Emboço			367,00 h
Emboço	47,50 h	6	285,00 h
Requadro de vigas e pilares	30,50 h	1	30,50 h
Emboço da saia do baldrame	22,50 h	1	22,50 h
Requadro da saia do baldrame	8,00 h	1	8,00 h
Emboço da alvenaria de oitões	7,00 h	3	21,00 h



Figura A.8: Telhamento cerâmico. No detalhe, corte das telhas para execução das cumeeiras

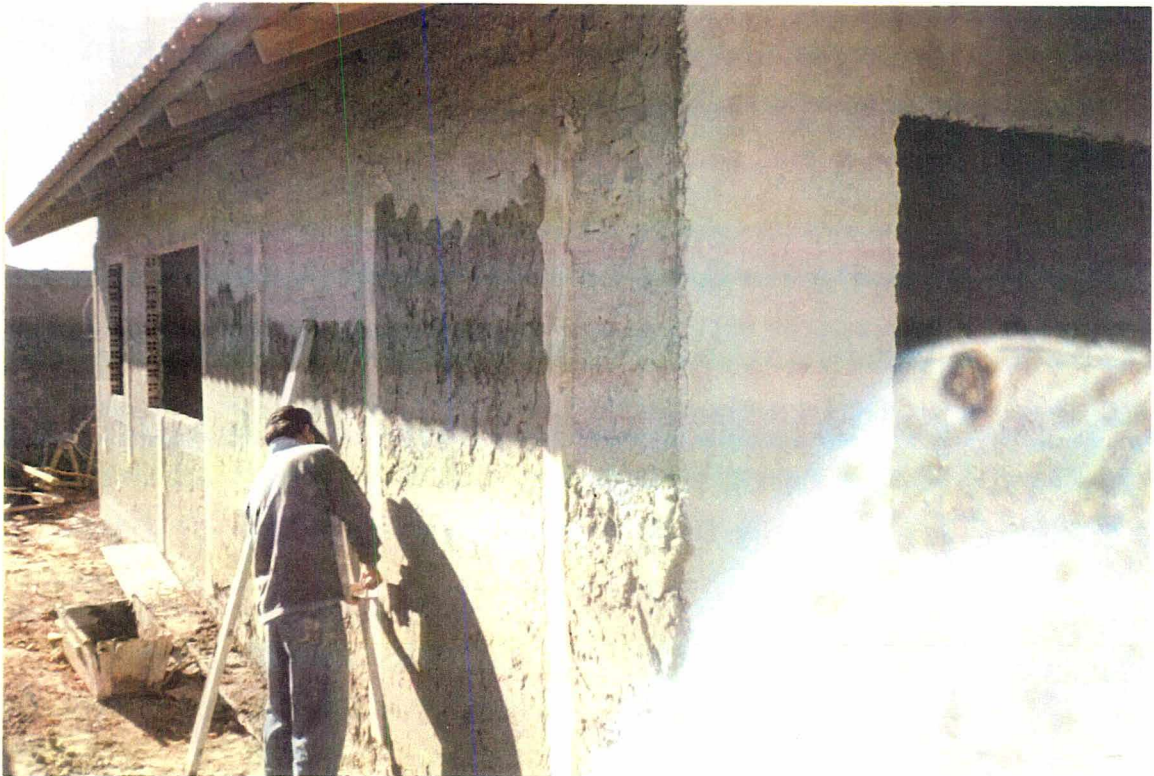


Figura A.9: Execução do emboço externo de parede. No detalhe, taqueamento e mestras já executados.

Serviço e Operações Componentes	Duração	Nº de Oficiais	HH Total
	(1)	(2)	(1) x (2)
Contramarcos			67,00 h
Colocação de contramarcos	20,00 h	2	40,00 h
Requadro dos contramarcos	13,50 h	2	27,00 h
Peitoris/soleiras			16,00 h
Colocação dos peitoris e soleiras	8,00 h	2	16,00 h
Contrapiso			67,00 h
Contrapiso	33,50 h	2	67,00 h
Calfino			46,00 h
Calfino	46,00 h	1	46,00 h



Figura A.10: Execução do contrapiso



Figura A.11: Execução do calafino interno de tetos.

Serviço e Operações Componentes	Duração (1)	Nº de Oficiais (2)	HH Total (1) x (2)
Muros			189,50 h
Escavação estacas e baldrame do muro	6,00 h	2	12,00 h
Formas do baldrame do muro	5,00 h	2	10,00 h
Concretagem de estacas e baldrame muro	1,50 h	4	6,00 h
Alvenaria do muro	19,50 h	6	117,00 h
Forma dos pilaretes do muro	4,00 h	2	8,00 h
Concretagem dos pilaretes do muro	3,50 h	2	7,00 h
Escavação para QE	1,50 h	1	1,50 h
Quadro Entrada de Energia (QE)	1,50 h	2	3,00 h
Alvenaria e emboço do QE	6,00 h	1	6,00 h
Acabamento do muro	3,00 h	2	6,00 h
Chapisco do muro	5,50 h	1	5,50 h
Concretagem da sapata do abrigo do gás	0,50 h	1	0,50 h
Alvenaria do abrigo do gás	2,50 h	2	5,00 h
Emboço do abrigo do gás	2,00 h	1	2,00 h



Figura A.12: Execução da alvenaria dos muros.

Serviço e Operações Componentes	Duração (1)	Nº de Oficiais (2)	HH Total (1) x (2)
Calçadas			73,00 h
Nivelamento e marcação das calçadas	22,50 h	2	45,00 h
Lastro de brita das calçadas	1,50 h	1	1,50 h
Concreto magro das calçadas	2,00 h	2	4,00 h
Pedras das calçadas	9,50 h	1	9,50 h
Rejunte das pedras das calçadas	6,50 h	2	13,00 h
Grama			14,00 h
Grama	3,50 h	4	14,00 h
Lareira/churrasqueira			48,00 h
Lareira (alvenaria)	11,00 h	2	22,00 h
Lareira (emboço)	2,00 h	1	2,00 h
Churrasqueira (alvenaria e emboço)	13,00 h	1	13,00 h
Calfino (churrasqueira e lareira)	1,00 h	1	1,00 h
Chapéu e colarinho da chaminé	9,50 h	1	9,50 h
Acabamento em granito da lareira	0,50 h	1	0,50 h



Figura A.13: Colocação dos cacos de pedra da calçada do abrigo



Figura A.14: Execução da alvenaria da lareira

Serviço e Operações Componentes	Duração (1)	Nº de Oficiais (2)	HH Total (1) x (2)
Azulejo/piso cerâmico			64,00 h
Azulejo da cozinha	9,00 h	1	9,00 h
Azulejo da lavanderia	6,50 h	1	6,50 h
Azulejo do banheiro de empregada	4,50 h	1	4,50 h
Azulejo do banheiro da suíte	6,00 h	1	6,00 h
Azulejo do banheiro social	6,50 h	1	6,50 h
Piso cerâmico da cozinha	3,00 h	1	3,00 h
Piso cerâm. lavanderia e banheiro empreg.	4,00 h	1	4,00 h
Piso cerâmico do banheiro social	2,50 h	2	5,00 h
Conserto e nivelamento dos tetos	4,50 h	1	4,50 h
Rejunte dos azulejos e pisos cerâmicos	7,50 h	2	15,00 h



Figura A.15: Colocação de azulejos na cozinha



Figura A.16: Colocação de piso cerâmico na cozinha

Serviço e Operações Componentes	Duração (1)	Nº de Oficiais (2)	HH Total (1) x (2)
Esquadrias de alumínio/vidros			2,50 h
Colocação esquadrias de alumínio e vidros	0,50 h	2	1,00 h
Silicone para vedação de esquadrias	1,50 h	1	1,50 h
Colagem parquet			28,00 h
Conserto do contrapiso	10,00 h	1	10,00 h
Parquet (colagem)	6,00 h	3	18,00 h
Banheira			32,00 h
Banheira (colocação)	1,50 h	2	3,00 h
Acabamentos na banheira	14,50 h	2	29,00 h
Esquadrias de madeira			14,50 h
Caixilhos (colocação)	2,50 h	1	2,50 h
Portas (colocação)	7,00 h	1	7,00 h
Vistas das portas e rodapé	2,50 h	2	5,00 h
Massa corrida			28,50 h
Massa corrida	21,00 h	1	21,00 h
Lixamento para massa corrida	7,50 h	1	7,50 h

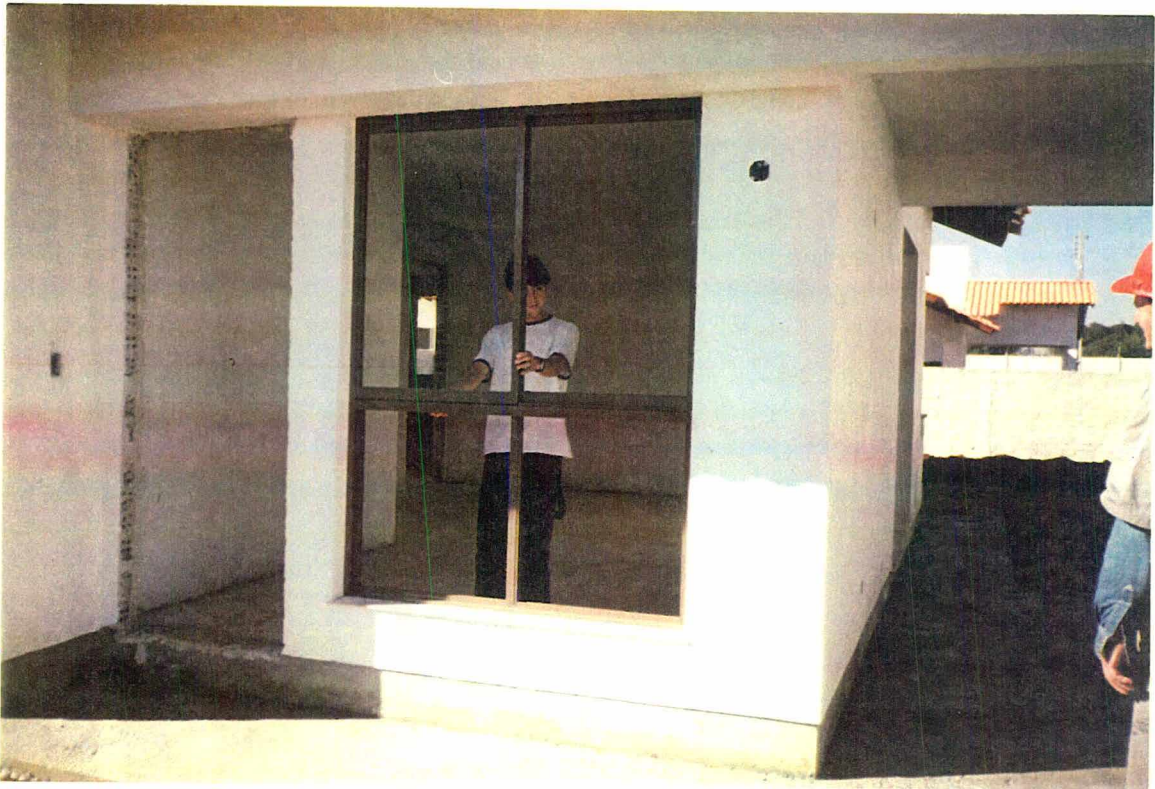


Figura A.17: Colocação de janela de alumínio



Figura A.18: Colocação de massas em vidro liso



Figura A.19: Colagem das placas de parquet de madeira.



Figura A.20: Colocação da banheira de fibra de vidro. No detalhe, instalações hidráulica e elétrica já concluídas e escoramento de madeira já preparado.

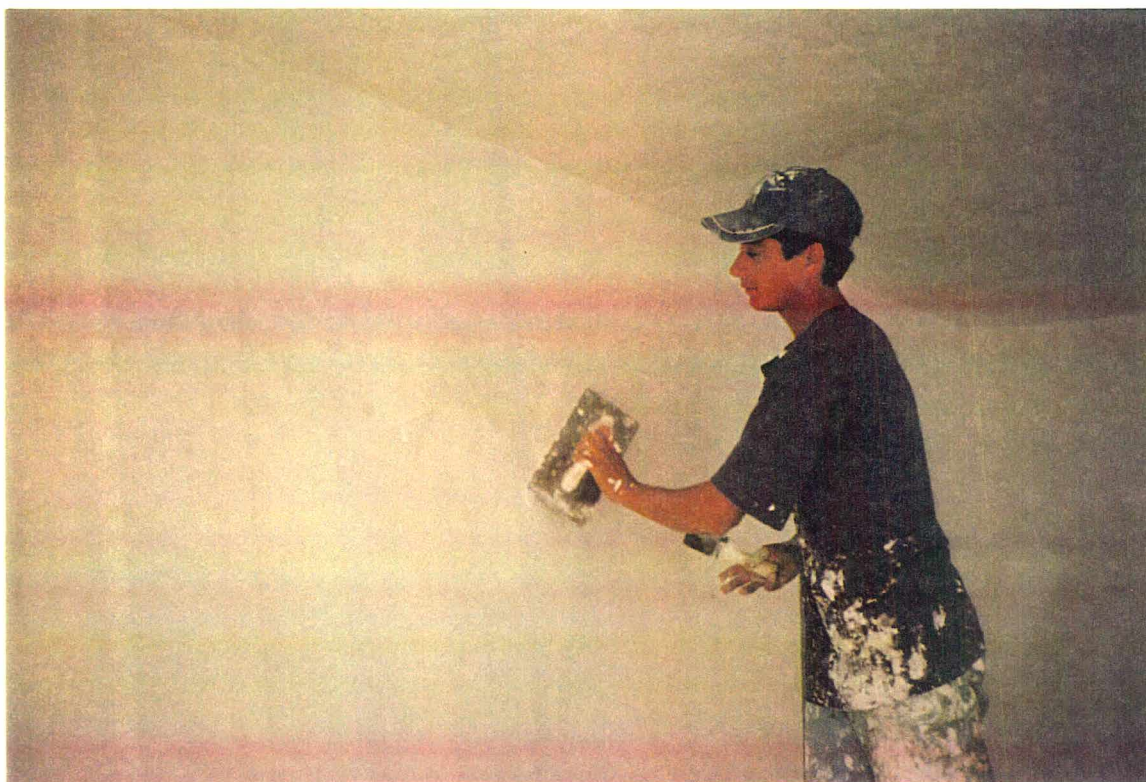


Figura A.21: Execução de massa corrida interna de paredes.



Figura A.22: Colocação das portas. No detalhe, caixilhos já posicionados.

Serviço e Operações Componentes	Duração (1)	Nº de Oficiais (2)	HH Total (1) x (2)
Pintura 1ª demão			12,00 h
Pintura 1ª demão (parede e teto)	12,00 h	1	12,00 h
Fiação/acabamentos elétricos			12,00 h
Fiação/Acabamentos/Ligação energia QE	6,00 h	2	12,00 h
Tampos/louças/metals			5,00 h
Tampos, louças e metals	2,50 h	2	5,00 h
Acabamentos hidráulicos			4,00 h
Acabamentos hidráulicos	4,00 h	1	4,00 h
Lixamento parquet			14,00 h
Lixamento do parquet	14,00 h	1	14,00 h

Serviço e Operações Componentes	Duração (1)	Nº de Oficiais (2)	HH Total (1) x (2)
Pint. externa (liquibase, textura e 1ª demão)			28,50 h
Pintura externa	21,50 h	1	21,50 h
Caiação em muros	7,00 h	1	7,00 h
Pintura interna 2ª e 3ª demãos			8,00 h
Pintura interna 2ª e 3ª demãos	8,00 h	1	8,00 h
Verniz/acabamentos portas			8,00 h
Verniz e acabamentos das portas	8,00 h	1	8,00 h
Enceramento/limpeza			15,00 h
Enceramento e limpeza	15,00 h	1	15,00 h
Entrega			0,00 h



Figura A.23: Lixamento do parquet de madeira

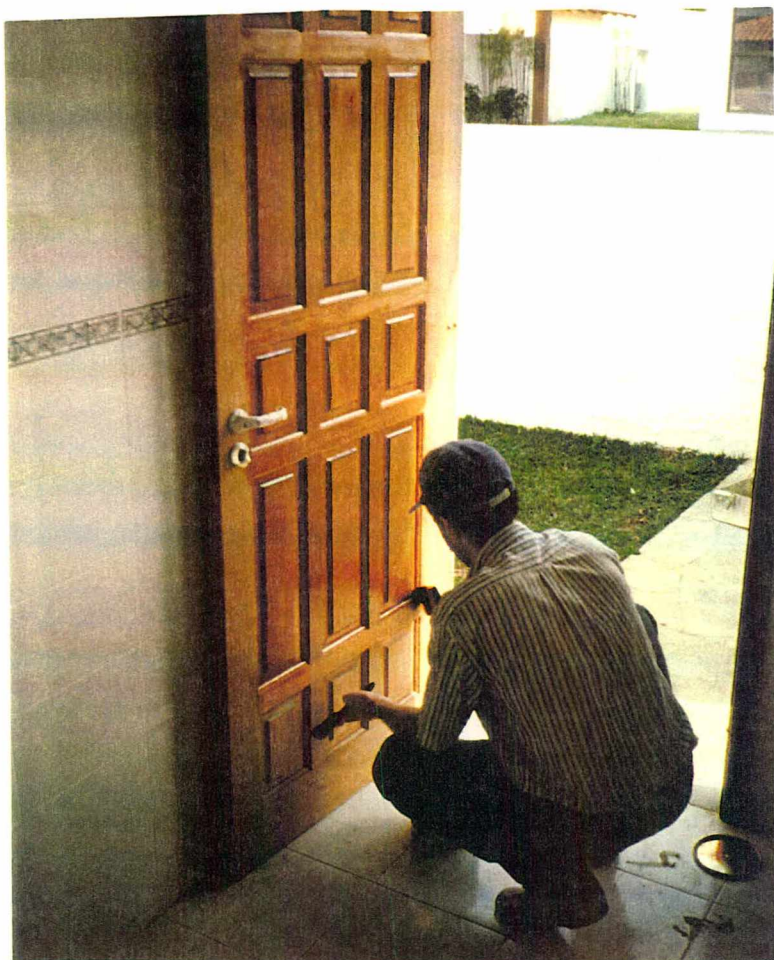


Figura A.24: Pintura com verniz nas portas.



Figura A.25: Limpeza geral da parte externa da casa



Figura A.26: Casa concluída (Castel Valenza Condominium).

ANEXO B – PROGRAMAÇÃO DOS SERVIÇOS

Nas próximas páginas são mostradas as programações finais de todos os serviços constantes do cronograma para execução da obra Castel Vicenza Condominium. Uma das falhas do método proposto é justamente não poder plotar num mesmo relatório todos os serviços para que possam ser feitas análises sobre o ritmo de execução de cada um e a sua influência no cronograma global.

No entanto, várias conclusões podem ser obtidas, como já foi demonstrado anteriormente, mesmo quando trabalha-se com estes relatórios separados.

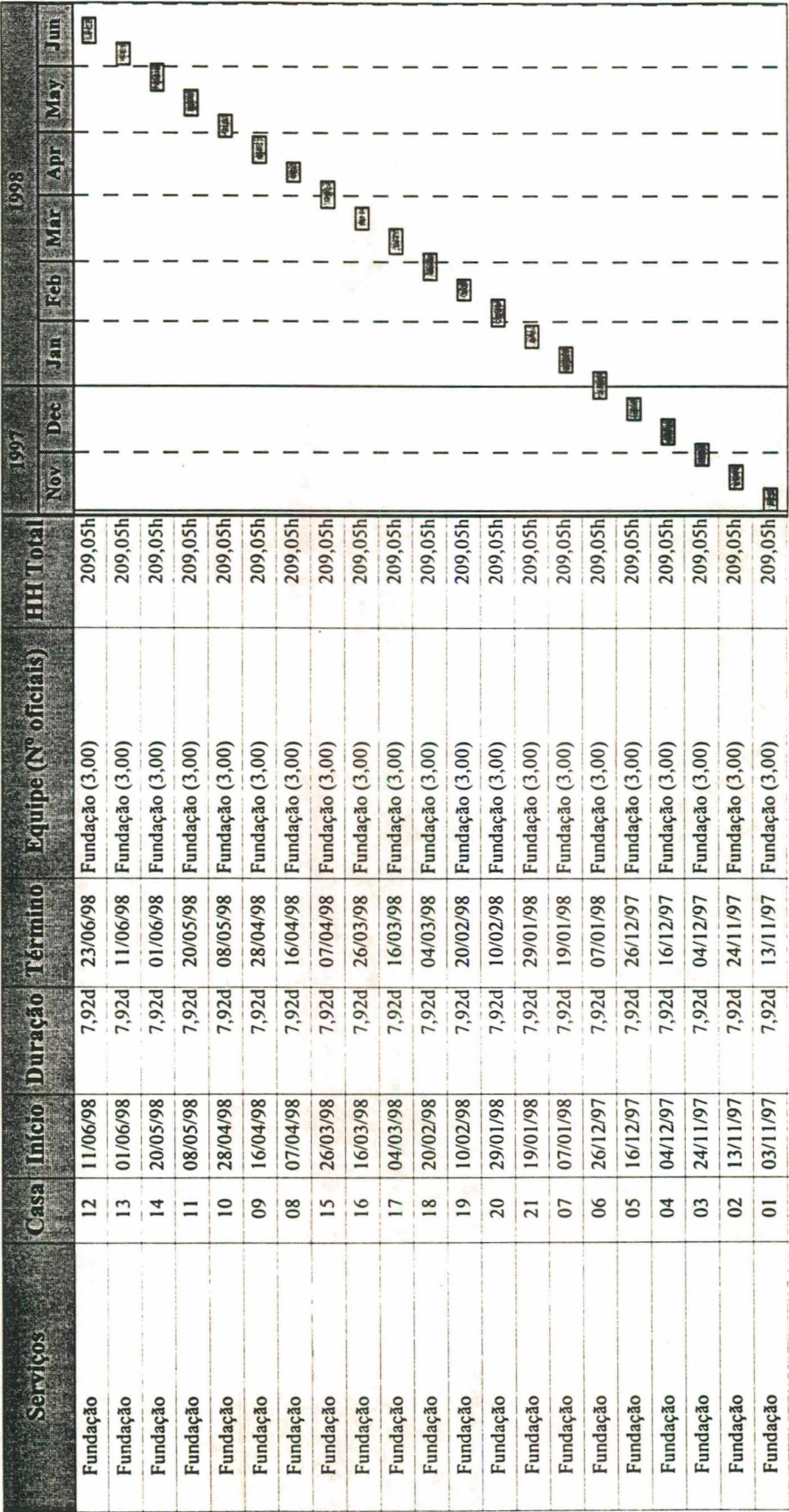


Figura B.1: Programação do serviço Fundação

Serviços	Casa	Início	Duração	Término	Equipe (Nº oficiais)	HH Total	1997			1998								
							Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun				
Tub.elétrica piso	12	18/06/98	1,99d	22/06/98	Elétrica piso (2,00)	35,03h												
Tub.elétrica piso	13	08/06/98	1,99d	10/06/98	Elétrica piso (2,00)	35,03h												
Tub.elétrica piso	14	27/05/98	1,99d	29/05/98	Elétrica piso (2,00)	35,03h												
Tub.elétrica piso	11	15/05/98	1,99d	19/05/98	Elétrica piso (2,00)	35,03h												
Tub.elétrica piso	10	05/05/98	1,99d	07/05/98	Elétrica piso (2,00)	35,03h												
Tub.elétrica piso	09	23/04/98	1,99d	27/04/98	Elétrica piso (2,00)	35,03h												
Tub.elétrica piso	08	13/04/98	1,99d	15/04/98	Elétrica piso (2,00)	35,03h												
Tub.elétrica piso	15	01/04/98	1,99d	06/04/98	Elétrica piso (2,00)	35,03h												
Tub.elétrica piso	16	23/03/98	1,99d	25/03/98	Elétrica piso (2,00)	35,03h												
Tub.elétrica piso	17	11/03/98	1,99d	13/03/98	Elétrica piso (2,00)	35,03h												
Tub.elétrica piso	18	27/02/98	1,99d	03/03/98	Elétrica piso (2,00)	35,03h												
Tub.elétrica piso	19	17/02/98	1,99d	19/02/98	Elétrica piso (2,00)	35,03h												
Tub.elétrica piso	20	05/02/98	1,99d	09/02/98	Elétrica piso (2,00)	35,03h												
Tub.elétrica piso	21	26/01/98	1,99d	28/01/98	Elétrica piso (2,00)	35,03h												
Tub.elétrica piso	07	14/01/98	1,99d	16/01/98	Elétrica piso (2,00)	35,03h												
Tub.elétrica piso	06	02/01/98	1,99d	06/01/98	Elétrica piso (2,00)	35,03h												
Tub.elétrica piso	05	23/12/97	1,99d	25/12/97	Elétrica piso (2,00)	35,03h												
Tub.elétrica piso	04	11/12/97	1,99d	15/12/97	Elétrica piso (2,00)	35,03h												
Tub.elétrica piso	03	01/12/97	1,99d	03/12/97	Elétrica piso (2,00)	35,03h												
Tub.elétrica piso	02	19/11/97	1,99d	24/11/97	Elétrica piso (2,00)	35,03h												
Tub.elétrica piso	01	10/11/97	1,99d	12/11/97	Elétrica piso (2,00)	35,03h												

Figura B.2: Programação do serviço Tubulação elétrica piso

Serviços	Casa	Início	Duração	Término	Equipe (Nº oficiais)	HH Total	1998											
							1997											
							Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun				
Tub. esgoto interno	12	19/06/98	1,07d	22/06/98	Esgoto interno (3,00)	28,25h												
Tub. esgoto interno	13	09/06/98	1,07d	10/06/98	Esgoto interno (3,00)	28,25h												
Tub. esgoto interno	14	28/05/98	1,07d	29/05/98	Esgoto interno (3,00)	28,25h												
Tub. esgoto interno	11	18/05/98	1,07d	19/05/98	Esgoto interno (3,00)	28,25h												
Tub. esgoto interno	10	06/05/98	1,07d	07/05/98	Esgoto interno (3,00)	28,25h												
Tub. esgoto interno	09	24/04/98	1,07d	27/04/98	Esgoto interno (3,00)	28,25h												
Tub. esgoto interno	08	14/04/98	1,07d	15/04/98	Esgoto interno (3,00)	28,25h												
Tub. esgoto interno	15	02/04/98	1,07d	06/04/98	Esgoto interno (3,00)	28,25h												
Tub. esgoto interno	16	24/03/98	1,07d	25/03/98	Esgoto interno (3,00)	28,25h												
Tub. esgoto interno	17	12/03/98	1,07d	13/03/98	Esgoto interno (3,00)	28,25h												
Tub. esgoto interno	18	02/03/98	1,07d	03/03/98	Esgoto interno (3,00)	28,25h												
Tub. esgoto interno	19	18/02/98	1,07d	19/02/98	Esgoto interno (3,00)	28,25h												
Tub. esgoto interno	20	06/02/98	1,07d	09/02/98	Esgoto interno (3,00)	28,25h												
Tub. esgoto interno	21	27/01/98	1,07d	28/01/98	Esgoto interno (3,00)	28,25h												
Tub. esgoto interno	07	15/01/98	1,07d	16/01/98	Esgoto interno (3,00)	28,25h												
Tub. esgoto interno	06	05/01/98	1,07d	06/01/98	Esgoto interno (3,00)	28,25h												
Tub. esgoto interno	05	24/12/97	1,07d	25/12/97	Esgoto interno (3,00)	28,25h												
Tub. esgoto interno	04	12/12/97	1,07d	15/12/97	Esgoto interno (3,00)	28,25h												
Tub. esgoto interno	03	02/12/97	1,07d	03/12/97	Esgoto interno (3,00)	28,25h												
Tub. esgoto interno	02	20/11/97	1,07d	24/11/97	Esgoto interno (3,00)	28,25h												
Tub. esgoto interno	01	10/11/97	1,07d	12/11/97	Esgoto interno (3,00)	28,25h												

Figura B.3: Programação do serviço Tubulação de esgoto interno

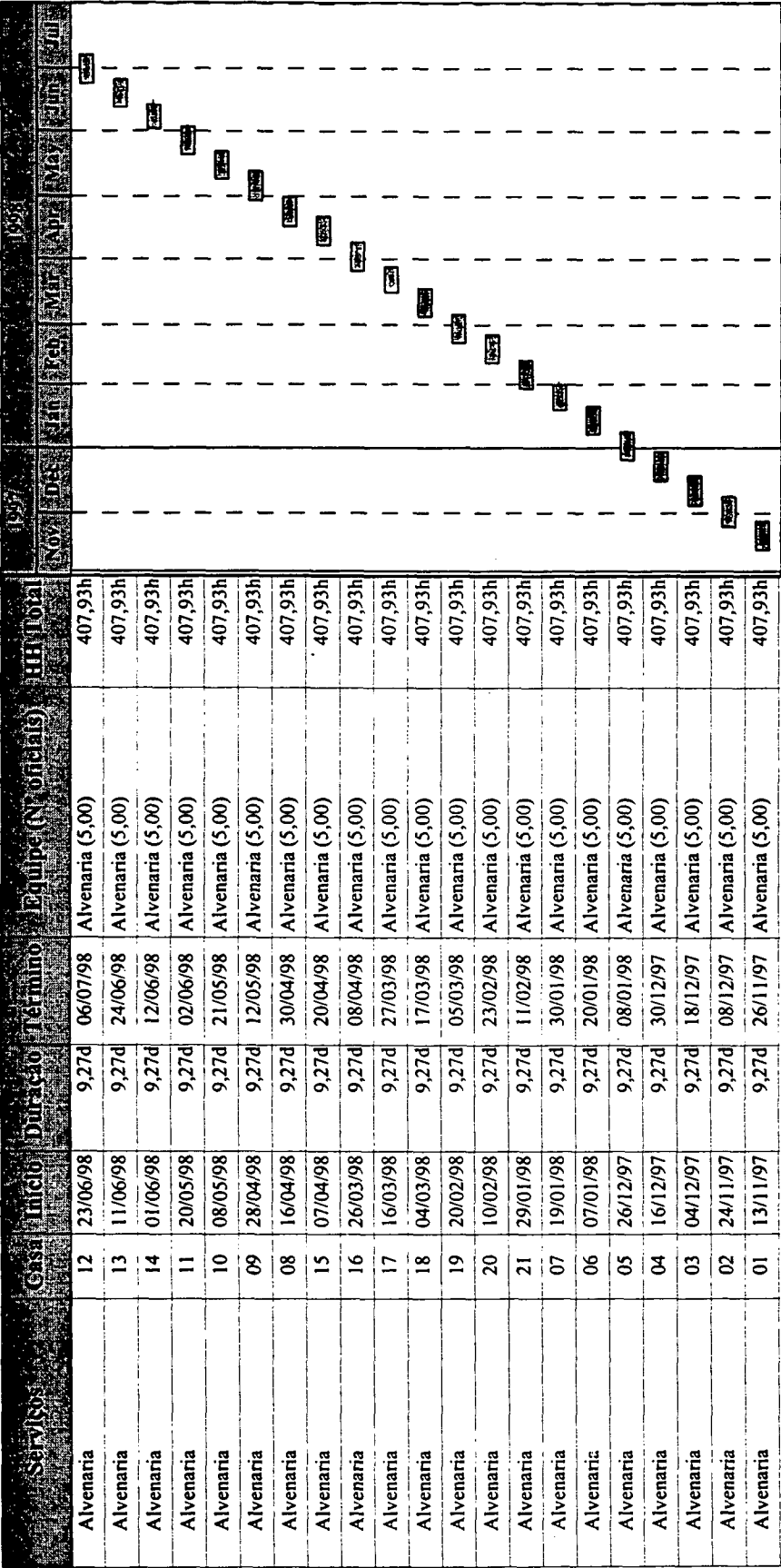


Figura B.4: Programação do serviço Alvenaria

Serviços		1997		1998												HH Total	
		Casa	Início	Duração	Término	Equipe (Nº oficiais)											
Pilares/vigas/laje	12	07/07/98	7,95d	17/07/98	Pilares/vigas/laje (4,00)	279,85h											
Pilares/vigas/laje	13	25/06/98	7,95d	07/07/98	Pilares/vigas/laje (4,00)	279,85h											
Pilares/vigas/laje	14	15/06/98	7,95d	25/06/98	Pilares/vigas/laje (4,00)	279,85h											
Pilares/vigas/laje	11	03/06/98	7,95d	15/06/98	Pilares/vigas/laje (4,00)	279,85h											
Pilares/vigas/laje	10	22/05/98	7,95d	03/06/98	Pilares/vigas/laje (4,00)	279,85h											
Pilares/vigas/laje	09	12/05/98	7,95d	22/05/98	Pilares/vigas/laje (4,00)	279,85h											
Pilares/vigas/laje	08	30/04/98	7,95d	12/05/98	Pilares/vigas/laje (4,00)	279,85h											
Pilares/vigas/laje	15	20/04/98	7,95d	30/04/98	Pilares/vigas/laje (4,00)	279,85h											
Pilares/vigas/laje	16	08/04/98	7,95d	20/04/98	Pilares/vigas/laje (4,00)	279,85h											
Pilares/vigas/laje	17	27/03/98	7,95d	08/04/98	Pilares/vigas/laje (4,00)	279,85h											
Pilares/vigas/laje	18	17/03/98	7,95d	27/03/98	Pilares/vigas/laje (4,00)	279,85h											
Pilares/vigas/laje	19	05/03/98	7,95d	17/03/98	Pilares/vigas/laje (4,00)	279,85h											
Pilares/vigas/laje	20	23/02/98	7,95d	05/03/98	Pilares/vigas/laje (4,00)	279,85h											
Pilares/vigas/laje	21	11/02/98	7,95d	23/02/98	Pilares/vigas/laje (4,00)	279,85h											
Pilares/vigas/laje	07	02/02/98	7,95d	11/02/98	Pilares/vigas/laje (4,00)	279,85h											
Pilares/vigas/laje	06	21/01/98	7,95d	02/02/98	Pilares/vigas/laje (4,00)	279,85h											
Pilares/vigas/laje	05	09/01/98	7,95d	21/01/98	Pilares/vigas/laje (4,00)	279,85h											
Pilares/vigas/laje	04	30/12/97	7,95d	09/01/98	Pilares/vigas/laje (4,00)	279,85h											
Pilares/vigas/laje	03	18/12/97	7,95d	30/12/97	Pilares/vigas/laje (4,00)	279,85h											
Pilares/vigas/laje	02	08/12/97	7,95d	18/12/97	Pilares/vigas/laje (4,00)	279,85h											
Pilares/vigas/laje	01	26/11/97	7,95d	08/12/97	Pilares/vigas/laje (4,00)	279,85h											

Figura B.5: Programação do serviço Pilares/vigas/laje

Serviços			Casa	Início	Duração	Termínio	Equipe (Nº oficiais)	HH Total	1998												1997	
									Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul						
Chaminés		12	17/07/98	1,10d	20/07/98	Chaminés (1,00)	9,66h											B -				
Chaminés		13	07/07/98	1,10d	08/07/98	Chaminés (1,00)	9,66h											F -				
Chaminés		14	25/06/98	1,10d	26/06/98	Chaminés (1,00)	9,66h											B -				
Chaminés		11	15/06/98	1,10d	16/06/98	Chaminés (1,00)	9,66h											F -				
Chaminés		10	03/06/98	1,10d	04/06/98	Chaminés (1,00)	9,66h											F -				
Chaminés		09	22/05/98	1,10d	25/05/98	Chaminés (1,00)	9,66h											B -				
Chaminés		08	12/05/98	1,10d	13/05/98	Chaminés (1,00)	9,66h											F -				
Chaminés		15	30/04/98	1,10d	01/05/98	Chaminés (1,00)	9,66h											B -				
Chaminés		16	20/04/98	1,10d	21/04/98	Chaminés (1,00)	9,66h											B -				
Chaminés		17	08/04/98	1,10d	09/04/98	Chaminés (1,00)	9,66h											F -				
Chaminés		18	27/03/98	1,10d	30/03/98	Chaminés (1,00)	9,66h											B -				
Chaminés		19	17/03/98	1,10d	18/03/98	Chaminés (1,00)	9,66h											F -				
Chaminés		20	05/03/98	1,10d	06/03/98	Chaminés (1,00)	9,66h											F -				
Chaminés		21	23/02/98	1,10d	24/02/98	Chaminés (1,00)	9,66h											B -				
Chaminés		07	11/02/98	1,10d	12/02/98	Chaminés (1,00)	9,66h											F -				
Chaminés		06	30/01/98	1,10d	03/02/98	Chaminés (1,00)	9,66h											B -				
Chaminés		05	20/01/98	1,10d	22/01/98	Chaminés (1,00)	9,66h											B -				
Chaminés		04	08/01/98	1,10d	12/01/98	Chaminés (1,00)	9,66h											B -				
Chaminés		03	30/12/97	1,10d	31/12/97	Chaminés (1,00)	9,66h											B -				
Chaminés		02	18/12/97	1,10d	19/12/97	Chaminés (1,00)	9,66h											B -				
Chaminés		01	08/12/97	1,10d	09/12/97	Chaminés (1,00)	9,66h											F -				

Figura B.6: Programação do serviço Chaminés

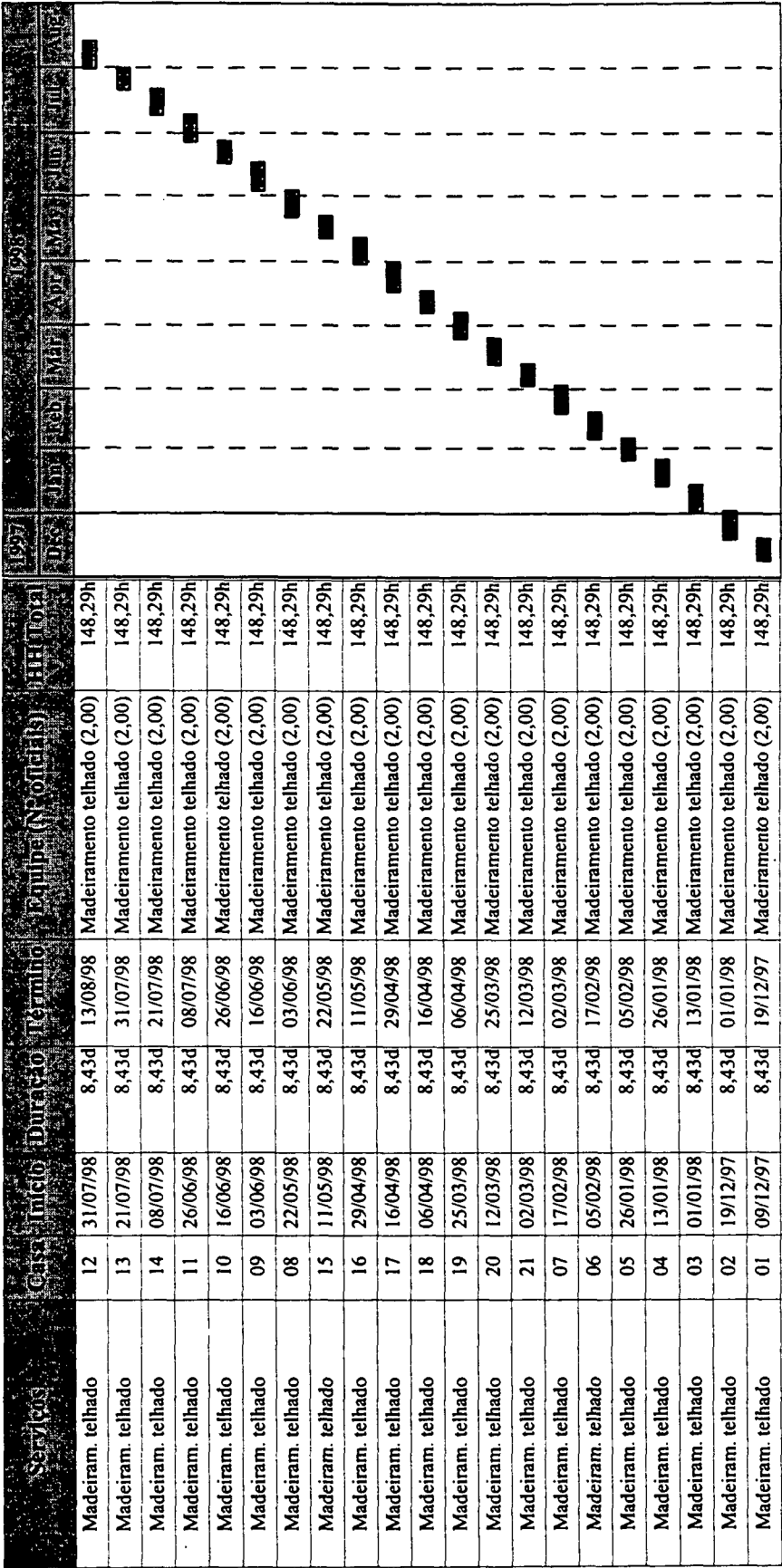


Figura B.9: Programação do serviço Madeiramento telhado

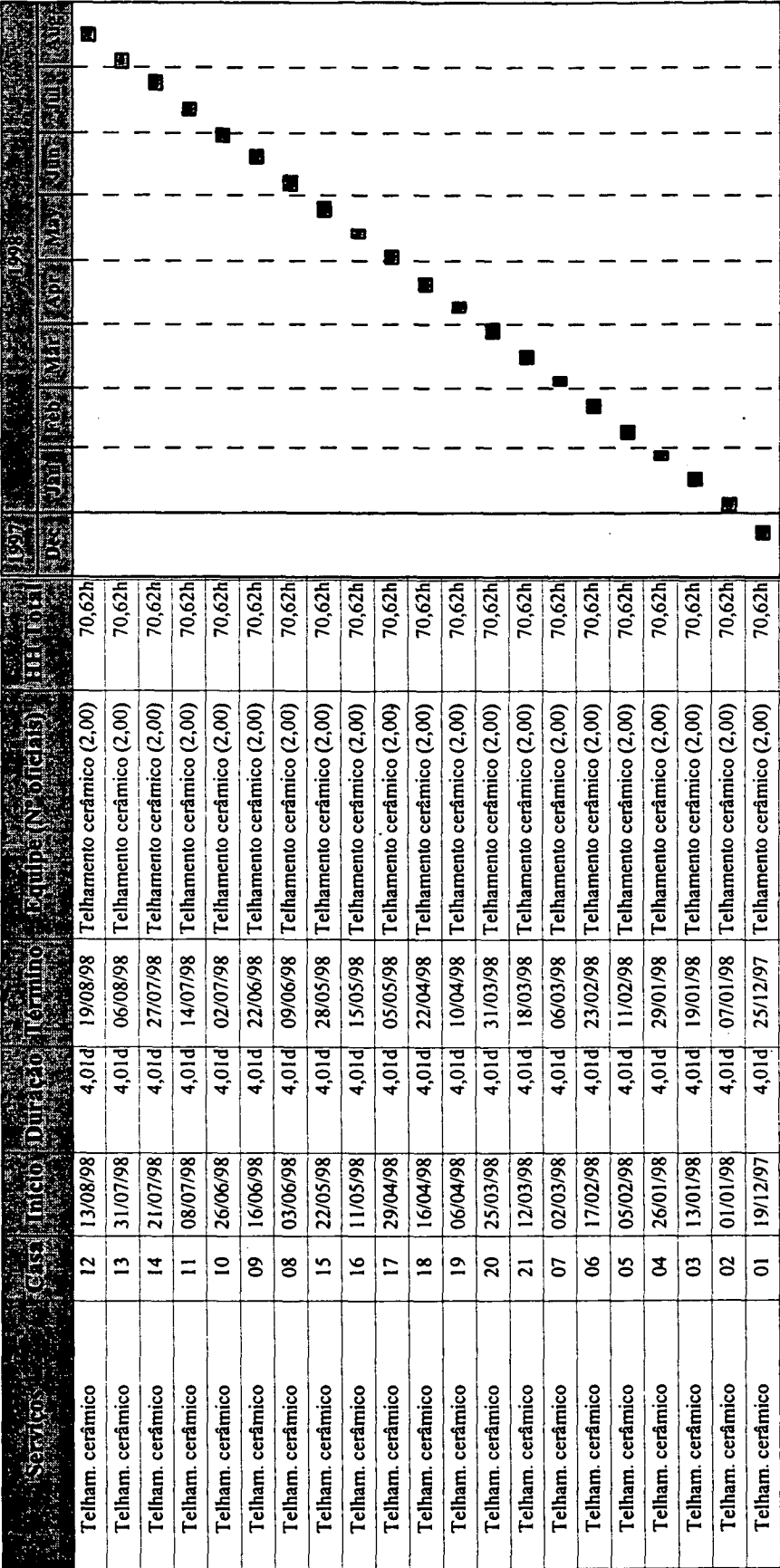


Figura B.10: Programação do serviço Telhamento cerâmico

Serviços	Casa	Início	Duração	Término	Equipe (Nº oficiais)	HH Total	1998											
							1997	Dec	Ján	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug		
Chapisco	12	24/08/98	2,75d	27/08/98	Chapisco (1,00)	24,20h												
Chapisco	13	12/08/98	2,75d	17/08/98	Chapisco (1,00)	24,20h												
Chapisco	14	30/07/98	2,75d	04/08/98	Chapisco (1,00)	24,20h												
Chapisco	11	20/07/98	2,75d	23/07/98	Chapisco (1,00)	24,20h												
Chapisco	10	08/07/98	2,75d	10/07/98	Chapisco (1,00)	24,20h												
Chapisco	09	25/06/98	2,75d	30/06/98	Chapisco (1,00)	24,20h												
Chapisco	08	15/06/98	2,75d	17/06/98	Chapisco (1,00)	24,20h												
Chapisco	15	02/06/98	2,75d	05/06/98	Chapisco (1,00)	24,20h												
Chapisco	16	21/05/98	2,75d	26/05/98	Chapisco (1,00)	24,20h												
Chapisco	17	08/05/98	2,75d	13/05/98	Chapisco (1,00)	24,20h												
Chapisco	18	28/04/98	2,75d	01/05/98	Chapisco (1,00)	24,20h												
Chapisco	19	16/04/98	2,75d	20/04/98	Chapisco (1,00)	24,20h												
Chapisco	20	03/04/98	2,75d	08/04/98	Chapisco (1,00)	24,20h												
Chapisco	21	24/03/98	2,75d	26/03/98	Chapisco (1,00)	24,20h												
Chapisco	07	11/03/98	2,75d	16/03/98	Chapisco (1,00)	24,20h												
Chapisco	06	27/02/98	2,75d	04/03/98	Chapisco (1,00)	24,20h												
Chapisco	05	16/02/98	2,75d	19/02/98	Chapisco (1,00)	24,20h												
Chapisco	04	04/02/98	2,75d	09/02/98	Chapisco (1,00)	24,20h												
Chapisco	03	23/01/98	2,75d	27/01/98	Chapisco (1,00)	24,20h												
Chapisco	02	12/01/98	2,75d	15/01/98	Chapisco (1,00)	24,20h												
Chapisco	01	31/12/97	2,75d	05/01/98	Chapisco (1,00)	24,20h												

Figura B.12: Programação do serviço Chapisco

Serviço		Casa	Início	Duração	Término	Equipe (Nº oficiais)	HH Total	1998											
								Jan	Fev	Már	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Sep			
Contramarcos		12	08/09/98	4,52d	14/09/98	Contramarcos (2,00)	79,50h												
Contramarcos		13	26/08/98	4,52d	02/09/98	Contramarcos (2,00)	79,50h												
Contramarcos		14	14/08/98	4,52d	20/08/98	Contramarcos (2,00)	79,50h												
Contramarcos		11	03/08/98	4,52d	10/08/98	Contramarcos (2,00)	79,50h												
Contramarcos		10	22/07/98	4,52d	28/07/98	Contramarcos (2,00)	79,50h												
Contramarcos		09	09/07/98	4,52d	16/07/98	Contramarcos (2,00)	79,50h												
Contramarcos		08	29/06/98	4,52d	06/07/98	Contramarcos (2,00)	79,50h												
Contramarcos		15	17/06/98	4,52d	23/06/98	Contramarcos (2,00)	79,50h												
Contramarcos		16	04/06/98	4,52d	11/06/98	Contramarcos (2,00)	79,50h												
Contramarcos		17	25/05/98	4,52d	29/05/98	Contramarcos (2,00)	79,50h												
Contramarcos		18	12/05/98	4,52d	19/05/98	Contramarcos (2,00)	79,50h												
Contramarcos		19	30/04/98	4,52d	06/05/98	Contramarcos (2,00)	79,50h												
Contramarcos		20	20/04/98	4,52d	24/04/98	Contramarcos (2,00)	79,50h												
Contramarcos		21	07/04/98	4,52d	14/04/98	Contramarcos (2,00)	79,50h												
Contramarcos		07	26/03/98	4,52d	01/04/98	Contramarcos (2,00)	79,50h												
Contramarcos		06	13/03/98	4,52d	20/03/98	Contramarcos (2,00)	79,50h												
Contramarcos		05	03/03/98	4,52d	09/03/98	Contramarcos (2,00)	79,50h												
Contramarcos		04	18/02/98	4,52d	25/02/98	Contramarcos (2,00)	79,50h												
Contramarcos		03	06/02/98	4,52d	12/02/98	Contramarcos (2,00)	79,50h												
Contramarcos		02	27/01/98	4,52d	02/02/98	Contramarcos (2,00)	79,50h												
Contramarcos		01	14/01/98	4,52d	21/01/98	Contramarcos (2,00)	79,50h												

Figura B.14: Programação do serviço Contramarcos

Serviço		Gast. Início	Duração	Término	Equipe (Nº/coléts)	HH Total	1998											
							JAN	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEZ
Peitoris/soleiras	12	14/09/98	1,60d	16/09/98	Peitoris/soleiras (2,00)	28,08h												
Peitoris/soleiras	13	02/09/98	1,60d	03/09/98	Peitoris/soleiras (2,00)	28,08h												
Peitoris/soleiras	14	20/08/98	1,60d	24/08/98	Peitoris/soleiras (2,00)	28,08h												
Peitoris/soleiras	11	10/08/98	1,60d	11/08/98	Peitoris/soleiras (2,00)	28,08h												
Peitoris/soleiras	10	28/07/98	1,60d	30/07/98	Peitoris/soleiras (2,00)	28,08h												
Peitoris/soleiras	09	16/07/98	1,60d	20/07/98	Peitoris/soleiras (2,00)	28,08h												
Peitoris/soleiras	08	06/07/98	1,60d	07/07/98	Peitoris/soleiras (2,00)	28,08h												
Peitoris/soleiras	15	23/06/98	1,60d	25/06/98	Peitoris/soleiras (2,00)	28,08h												
Peitoris/soleiras	16	11/06/98	1,60d	12/06/98	Peitoris/soleiras (2,00)	28,08h												
Peitoris/soleiras	17	29/05/98	1,60d	02/06/98	Peitoris/soleiras (2,00)	28,08h												
Peitoris/soleiras	18	19/05/98	1,60d	20/05/98	Peitoris/soleiras (2,00)	28,08h												
Peitoris/soleiras	19	06/05/98	1,60d	08/05/98	Peitoris/soleiras (2,00)	28,08h												
Peitoris/soleiras	20	24/04/98	1,60d	28/04/98	Peitoris/soleiras (2,00)	28,08h												
Peitoris/soleiras	21	14/04/98	1,60d	15/04/98	Peitoris/soleiras (2,00)	28,08h												
Peitoris/soleiras	07	01/04/98	1,60d	03/04/98	Peitoris/soleiras (2,00)	28,08h												
Peitoris/soleiras	06	20/03/98	1,60d	23/03/98	Peitoris/soleiras (2,00)	28,08h												
Peitoris/soleiras	05	09/03/98	1,60d	11/03/98	Peitoris/soleiras (2,00)	28,08h												
Peitoris/soleiras	04	25/02/98	1,60d	26/02/98	Peitoris/soleiras (2,00)	28,08h												
Peitoris/soleiras	03	12/02/98	1,60d	16/02/98	Peitoris/soleiras (2,00)	28,08h												
Peitoris/soleiras	02	02/02/98	1,60d	04/02/98	Peitoris/soleiras (2,00)	28,08h												
Peitoris/soleiras	01	21/01/98	1,60d	22/01/98	Peitoris/soleiras (2,00)	28,08h												

Figura B.15: Programação do serviço Peitoris/soleiras

Serviços	Casa	Início	Duração	Término	Equipe (Nº oficiais)	HH Total	1998											
							Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep			
Contrapiso	12	14/09/98	5,70d	22/09/98	Contrapiso (2,00)	100,32h												
Contrapiso	13	02/09/98	5,70d	09/09/98	Contrapiso (2,00)	100,32h												
Contrapiso	14	20/08/98	5,70d	28/08/98	Contrapiso (2,00)	100,32h												
Contrapiso	11	10/08/98	5,70d	18/08/98	Contrapiso (2,00)	100,32h												
Contrapiso	10	28/07/98	5,70d	05/08/98	Contrapiso (2,00)	100,32h												
Contrapiso	09	16/07/98	5,70d	24/07/98	Contrapiso (2,00)	100,32h												
Contrapiso	08	06/07/98	5,70d	13/07/98	Contrapiso (2,00)	100,32h												
Contrapiso	15	23/06/98	5,70d	01/07/98	Contrapiso (2,00)	100,32h												
Contrapiso	16	11/06/98	5,70d	18/06/98	Contrapiso (2,00)	100,32h												
Contrapiso	17	29/05/98	5,70d	08/06/98	Contrapiso (2,00)	100,32h												
Contrapiso	18	19/05/98	5,70d	27/05/98	Contrapiso (2,00)	100,32h												
Contrapiso	19	06/05/98	5,70d	14/05/98	Contrapiso (2,00)	100,32h												
Contrapiso	20	24/04/98	5,70d	04/05/98	Contrapiso (2,00)	100,32h												
Contrapiso	21	14/04/98	5,70d	21/04/98	Contrapiso (2,00)	100,32h												
Contrapiso	07	01/04/98	5,70d	09/04/98	Contrapiso (2,00)	100,32h												
Contrapiso	06	20/03/98	5,70d	27/03/98	Contrapiso (2,00)	100,32h												
Contrapiso	05	09/03/98	5,70d	17/03/98	Contrapiso (2,00)	100,32h												
Contrapiso	04	25/02/98	5,70d	05/03/98	Contrapiso (2,00)	100,32h												
Contrapiso	03	12/02/98	5,70d	20/02/98	Contrapiso (2,00)	100,32h												
Contrapiso	02	02/02/98	5,70d	10/02/98	Contrapiso (2,00)	100,32h												
Contrapiso	01	21/01/98	5,70d	28/01/98	Contrapiso (2,00)	100,32h												

Figura B.16: Programação do serviço Contrapiso

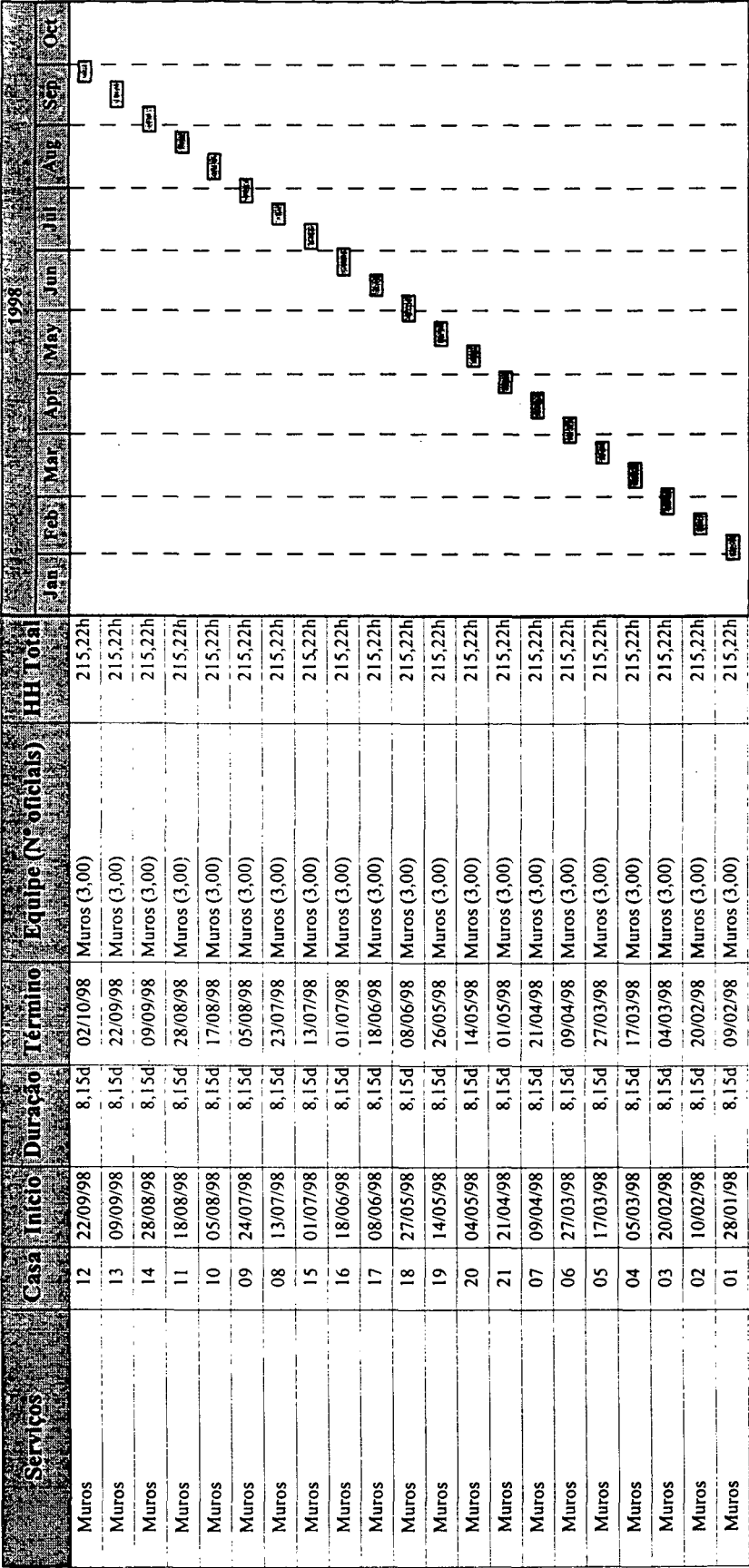


Figura B.18: Programação do serviço Muros

Serviços	Casa	Início	Duração	Término	Equipe (Nº oficiais)	HH Total	1998											
							Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct			
Calçadas	12	02/10/98	6,09d	12/10/98	Calçadas (2,00)	107,22h												
Calçadas	13	22/09/98	6,09d	30/09/98	Calçadas (2,00)	107,22h												
Calçadas	14	09/09/98	6,09d	17/09/98	Calçadas (2,00)	107,22h												
Calçadas	11	28/08/98	6,09d	07/09/98	Calçadas (2,00)	107,22h												
Calçadas	10	17/08/98	6,09d	25/08/98	Calçadas (2,00)	107,22h												
Calçadas	09	05/08/98	6,09d	13/08/98	Calçadas (2,00)	107,22h												
Calçadas	08	23/07/98	6,09d	03/08/98	Calçadas (2,00)	107,22h												
Calçadas	15	13/07/98	6,09d	21/07/98	Calçadas (2,00)	107,22h												
Calçadas	16	01/07/98	6,09d	09/07/98	Calçadas (2,00)	107,22h												
Calçadas	17	18/06/98	6,09d	26/06/98	Calçadas (2,00)	107,22h												
Calçadas	18	08/06/98	6,09d	16/06/98	Calçadas (2,00)	107,22h												
Calçadas	19	26/05/98	6,09d	03/06/98	Calçadas (2,00)	107,22h												
Calçadas	20	14/05/98	6,09d	22/05/98	Calçadas (2,00)	107,22h												
Calçadas	21	01/05/98	6,09d	12/05/98	Calçadas (2,00)	107,22h												
Calçadas	07	21/04/98	6,09d	29/04/98	Calçadas (2,00)	107,22h												
Calçadas	06	09/04/98	6,09d	17/04/98	Calçadas (2,00)	107,22h												
Calçadas	05	27/03/98	6,09d	06/04/98	Calçadas (2,00)	107,22h												
Calçadas	04	17/03/98	6,09d	25/03/98	Calçadas (2,00)	107,22h												
Calçadas	03	04/03/98	6,09d	12/03/98	Calçadas (2,00)	107,22h												
Calçadas	02	20/02/98	6,09d	02/03/98	Calçadas (2,00)	107,22h												
Calçadas	01	09/02/98	6,09d	18/02/98	Calçadas (2,00)	107,22h												

Figura B.19: Programação do serviço Calçadas

Serviços	Casa	Início	Duração	Término	Equipe (Nº oficiais)	HH Total	1998											
							Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct			
Gramma	12	12/10/98	0,90d	13/10/98	Gramma (2,00)	15,80h												
Gramma	13	30/09/98	0,90d	01/10/98	Gramma (2,00)	15,80h												
Gramma	14	17/09/98	0,90d	18/09/98	Gramma (2,00)	15,80h												
Gramma	11	07/09/98	0,90d	08/09/98	Gramma (2,00)	15,80h												
Gramma	10	25/08/98	0,90d	26/08/98	Gramma (2,00)	15,80h												
Gramma	09	13/08/98	0,90d	14/08/98	Gramma (2,00)	15,80h												
Gramma	08	03/08/98	0,90d	03/08/98	Gramma (2,00)	15,80h												
Gramma	15	21/07/98	0,90d	22/07/98	Gramma (2,00)	15,80h												
Gramma	16	09/07/98	0,90d	10/07/98	Gramma (2,00)	15,80h												
Gramma	17	26/06/98	0,90d	29/06/98	Gramma (2,00)	15,80h												
Gramma	18	16/06/98	0,90d	17/06/98	Gramma (2,00)	15,80h												
Gramma	19	03/06/98	0,90d	04/06/98	Gramma (2,00)	15,80h												
Gramma	20	22/05/98	0,90d	25/05/98	Gramma (2,00)	15,80h												
Gramma	21	12/05/98	0,90d	12/05/98	Gramma (2,00)	15,80h												
Gramma	07	29/04/98	0,90d	30/04/98	Gramma (2,00)	15,80h												
Gramma	06	17/04/98	0,90d	20/04/98	Gramma (2,00)	15,80h												
Gramma	05	06/04/98	0,90d	07/04/98	Gramma (2,00)	15,80h												
Gramma	04	25/03/98	0,90d	26/03/98	Gramma (2,00)	15,80h												
Gramma	03	12/03/98	0,90d	13/03/98	Gramma (2,00)	15,80h												
Gramma	02	02/03/98	0,90d	03/03/98	Gramma (2,00)	15,80h												
Gramma	01	18/02/98	0,90d	18/02/98	Gramma (2,00)	15,80h												

Figura B.20: Programação do serviço Gramma

Serviços	Casa	Início	Duração	Término	Equipe (Nº oficiais)	HH Total	1998											
							Fev	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct			
Lareira/churrasqueira	12	05/10/98	5,45d	13/10/98	Lareira/churrasqueira (1,00)	48,00h												
Lareira/churrasqueira	13	23/09/98	5,45d	30/09/98	Lareira/churrasqueira (1,00)	48,00h												
Lareira/churrasqueira	14	10/09/98	5,45d	18/09/98	Lareira/churrasqueira (1,00)	48,00h												
Lareira/churrasqueira	11	31/08/98	5,45d	08/09/98	Lareira/churrasqueira (1,00)	48,00h												
Lareira/churrasqueira	10	19/08/98	5,45d	26/08/98	Lareira/churrasqueira (1,00)	48,00h												
Lareira/churrasqueira	09	06/08/98	5,45d	14/08/98	Lareira/churrasqueira (1,00)	48,00h												
Lareira/churrasqueira	08	27/07/98	5,45d	03/08/98	Lareira/churrasqueira (1,00)	48,00h												
Lareira/churrasqueira	15	14/07/98	5,45d	22/07/98	Lareira/churrasqueira (1,00)	48,00h												
Lareira/churrasqueira	16	02/07/98	5,45d	09/07/98	Lareira/churrasqueira (1,00)	48,00h												
Lareira/churrasqueira	17	22/06/98	5,45d	29/06/98	Lareira/churrasqueira (1,00)	48,00h												
Lareira/churrasqueira	18	09/06/98	5,45d	17/06/98	Lareira/churrasqueira (1,00)	48,00h												
Lareira/churrasqueira	19	28/05/98	5,45d	04/06/98	Lareira/churrasqueira (1,00)	48,00h												
Lareira/churrasqueira	20	15/05/98	5,45d	25/05/98	Lareira/churrasqueira (1,00)	48,00h												
Lareira/churrasqueira	21	05/05/98	5,45d	12/05/98	Lareira/churrasqueira (1,00)	48,00h												
Lareira/churrasqueira	07	22/04/98	5,45d	30/04/98	Lareira/churrasqueira (1,00)	48,00h												
Lareira/churrasqueira	06	10/04/98	5,45d	17/04/98	Lareira/churrasqueira (1,00)	48,00h												
Lareira/churrasqueira	05	31/03/98	5,45d	07/04/98	Lareira/churrasqueira (1,00)	48,00h												
Lareira/churrasqueira	04	18/03/98	5,45d	26/03/98	Lareira/churrasqueira (1,00)	48,00h												
Lareira/churrasqueira	03	06/03/98	5,45d	13/03/98	Lareira/churrasqueira (1,00)	48,00h												
Lareira/churrasqueira	02	23/02/98	5,45d	03/03/98	Lareira/churrasqueira (1,00)	48,00h												
Lareira/churrasqueira	01	11/02/98	5,45d	18/02/98	Lareira/churrasqueira (1,00)	48,00h												

Figura B.21: Programação do serviço Lareira/churrasqueira

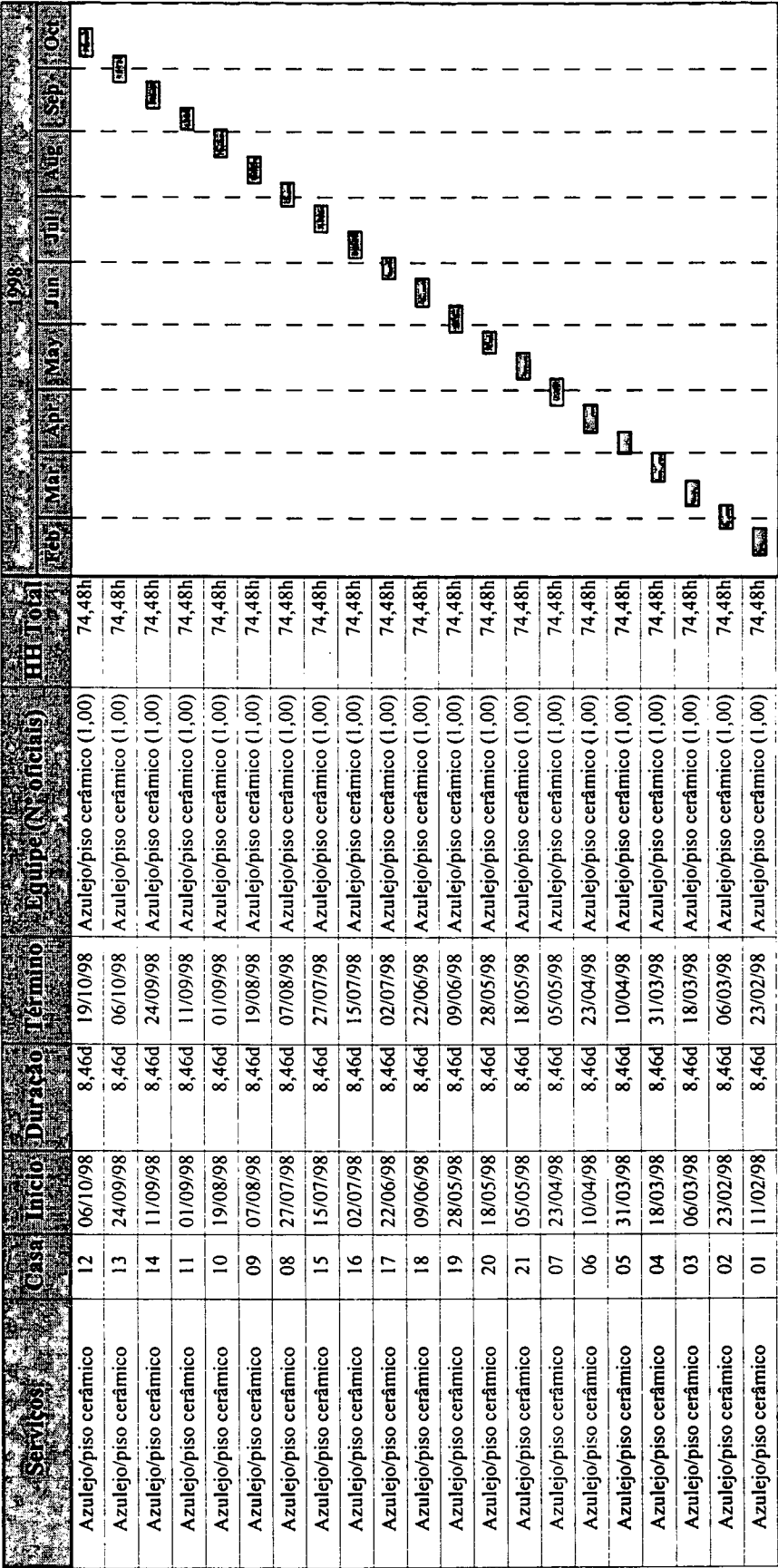


Figura B.22: Programação do serviço Azulejo/piso cerâmico

Serviços	Casa	Início	Duração	Término	Equipe (Nº oficiais)	HH Total	1998											
							Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct			
Esq.alumínio/vidros	12	19/10/98	0,34d	19/10/98	Esq. alumínio/vidros (1,00)	2,97h												
Esq.alumínio/vidros	13	06/10/98	0,34d	06/10/98	Esq. alumínio/vidros (1,00)	2,97h												
Esq.alumínio/vidros	14	24/09/98	0,34d	24/09/98	Esq. alumínio/vidros (1,00)	2,97h												
Esq.alumínio/vidros	11	11/09/98	0,34d	14/09/98	Esq. alumínio/vidros (1,00)	2,97h												
Esq.alumínio/vidros	10	01/09/98	0,34d	01/09/98	Esq. alumínio/vidros (1,00)	2,97h												
Esq.alumínio/vidros	09	19/08/98	0,34d	20/08/98	Esq. alumínio/vidros (1,00)	2,97h												
Esq.alumínio/vidros	08	07/08/98	0,34d	07/08/98	Esq. alumínio/vidros (1,00)	2,97h												
Esq.alumínio/vidros	15	27/07/98	0,34d	28/07/98	Esq. alumínio/vidros (1,00)	2,97h												
Esq.alumínio/vidros	16	15/07/98	0,34d	15/07/98	Esq. alumínio/vidros (1,00)	2,97h												
Esq.alumínio/vidros	17	02/07/98	0,34d	03/07/98	Esq. alumínio/vidros (1,00)	2,97h												
Esq.alumínio/vidros	18	22/06/98	0,34d	22/06/98	Esq. alumínio/vidros (1,00)	2,97h												
Esq.alumínio/vidros	19	09/06/98	0,34d	10/06/98	Esq. alumínio/vidros (1,00)	2,97h												
Esq.alumínio/vidros	20	28/05/98	0,34d	28/05/98	Esq. alumínio/vidros (1,00)	2,97h												
Esq.alumínio/vidros	21	18/05/98	0,34d	18/05/98	Esq. alumínio/vidros (1,00)	2,97h												
Esq.alumínio/vidros	07	05/05/98	0,34d	05/05/98	Esq. alumínio/vidros (1,00)	2,97h												
Esq.alumínio/vidros	06	23/04/98	0,34d	23/04/98	Esq. alumínio/vidros (1,00)	2,97h												
Esq.alumínio/vidros	05	10/04/98	0,34d	13/04/98	Esq. alumínio/vidros (1,00)	2,97h												
Esq.alumínio/vidros	04	31/03/98	0,34d	31/03/98	Esq. alumínio/vidros (1,00)	2,97h												
Esq.alumínio/vidros	03	18/03/98	0,34d	19/03/98	Esq. alumínio/vidros (1,00)	2,97h												
Esq.alumínio/vidros	02	06/03/98	0,34d	06/03/98	Esq. alumínio/vidros (1,00)	2,97h												
Esq.alumínio/vidros	01	23/02/98	0,34d	24/02/98	Esq. alumínio/vidros (1,00)	2,97h												

Figura B.23: Programação do serviço Esquadrias de alumínio/vidros

Serviços	Casa	Início	Duração	Termínio	Equipe (Nº oficiais)	HH Total	1998											
							Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct			
Colagem parquet	12	19/10/98	1,83d	21/10/98	Colagem parquet (2,00)	32,22h												0
Colagem parquet	13	06/10/98	1,83d	08/10/98	Colagem parquet (2,00)	32,22h												0
Colagem parquet	14	24/09/98	1,83d	28/09/98	Colagem parquet (2,00)	32,22h												0
Colagem parquet	11	14/09/98	1,83d	15/09/98	Colagem parquet (2,00)	32,22h												0
Colagem parquet	10	01/09/98	1,83d	03/09/98	Colagem parquet (2,00)	32,22h												0
Colagem parquet	09	20/08/98	1,83d	21/08/98	Colagem parquet (2,00)	32,22h												0
Colagem parquet	08	07/08/98	1,83d	11/08/98	Colagem parquet (2,00)	32,22h												0
Colagem parquet	15	28/07/98	1,83d	29/07/98	Colagem parquet (2,00)	32,22h												0
Colagem parquet	16	15/07/98	1,83d	17/07/98	Colagem parquet (2,00)	32,22h												0
Colagem parquet	17	03/07/98	1,83d	07/07/98	Colagem parquet (2,00)	32,22h												0
Colagem parquet	18	22/06/98	1,83d	24/06/98	Colagem parquet (2,00)	32,22h												0
Colagem parquet	19	10/06/98	1,83d	12/06/98	Colagem parquet (2,00)	32,22h												0
Colagem parquet	20	28/05/98	1,83d	01/06/98	Colagem parquet (2,00)	32,22h												0
Colagem parquet	21	18/05/98	1,83d	20/05/98	Colagem parquet (2,00)	32,22h												0
Colagem parquet	07	05/05/98	1,83d	07/05/98	Colagem parquet (2,00)	32,22h												0
Colagem parquet	06	23/04/98	1,83d	27/04/98	Colagem parquet (2,00)	32,22h												0
Colagem parquet	05	13/04/98	1,83d	14/04/98	Colagem parquet (2,00)	32,22h												0
Colagem parquet	04	31/03/98	1,83d	02/04/98	Colagem parquet (2,00)	32,22h												0
Colagem parquet	03	19/03/98	1,83d	20/03/98	Colagem parquet (2,00)	32,22h												0
Colagem parquet	02	06/03/98	1,83d	10/03/98	Colagem parquet (2,00)	32,22h												0
Colagem parquet	01	24/02/98	1,83d	25/02/98	Colagem parquet (2,00)	32,22h												0

Figura B.24: Programação do serviço Colagem parquet

Serviço	Casa	Início	Duração	Término	Equipe (Nº oficiais)	HH Total	1998											
							Feb	Mar	Apr	Ma	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct			
Banheira	12	21/10/98	1,82d	23/10/98	Banheira (2,00)	32,00h												
Banheira	13	08/10/98	1,82d	12/10/98	Banheira (2,00)	32,00h												
Banheira	14	28/09/98	1,82d	30/09/98	Banheira (2,00)	32,00h												
Banheira	11	15/09/98	1,82d	17/09/98	Banheira (2,00)	32,00h												
Banheira	10	03/09/98	1,82d	07/09/98	Banheira (2,00)	32,00h												
Banheira	09	21/08/98	1,82d	25/08/98	Banheira (2,00)	32,00h												
Banheira	08	11/08/98	1,82d	13/08/98	Banheira (2,00)	32,00h												
Banheira	15	29/07/98	1,82d	31/07/98	Banheira (2,00)	32,00h												
Banheira	16	17/07/98	1,82d	21/07/98	Banheira (2,00)	32,00h												
Banheira	17	07/07/98	1,82d	08/07/98	Banheira (2,00)	32,00h												
Banheira	18	24/06/98	1,82d	26/06/98	Banheira (2,00)	32,00h												
Banheira	19	12/06/98	1,82d	16/06/98	Banheira (2,00)	32,00h												
Banheira	20	01/06/98	1,82d	03/06/98	Banheira (2,00)	32,00h												
Banheira	21	20/05/98	1,82d	22/05/98	Banheira (2,00)	32,00h												
Banheira	07	07/05/98	1,82d	11/05/98	Banheira (2,00)	32,00h												
Banheira	06	27/04/98	1,82d	29/04/98	Banheira (2,00)	32,00h												
Banheira	05	14/04/98	1,82d	16/04/98	Banheira (2,00)	32,00h												
Banheira	04	02/04/98	1,82d	06/04/98	Banheira (2,00)	32,00h												
Banheira	03	20/03/98	1,82d	24/03/98	Banheira (2,00)	32,00h												
Banheira	02	10/03/98	1,82d	12/03/98	Banheira (2,00)	32,00h												
Banheira	01	25/02/98	1,82d	27/02/98	Banheira (2,00)	32,00h												

Figura B.25: Programação do serviço Banheira

Serviços		Ordem	Início	Duração	Término	Equip. (Nº oficiais)	1998												HETotal																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
							FEV	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AUG	SET	OUT	NOV	DEZ																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Esquad. madeira	12	23/10/98	1,98d	27/10/98	Esq. madeira (1,00)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							

Figura B.26: Programação do serviço Esquadrias de madeira

Serviços	Casa	Início	Duração	Fim	Equipe (Nº oficiais)	HH (Total)	1998											
							Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Out	Nov			
Massa corrida	12	27/10/98	5,37d	03/11/98	Massa corrida (1,00)	47,26h												
Massa corrida	13	14/10/98	5,37d	21/10/98	Massa corrida (1,00)	47,26h												
Massa corrida	14	02/10/98	5,37d	09/10/98	Massa corrida (1,00)	47,26h												
Massa corrida	11	21/09/98	5,37d	29/09/98	Massa corrida (1,00)	47,26h												
Massa corrida	10	09/09/98	5,37d	16/09/98	Massa corrida (1,00)	47,26h												
Massa corrida	09	27/08/98	5,37d	04/09/98	Massa corrida (1,00)	47,26h												
Massa corrida	08	17/08/98	5,37d	24/08/98	Massa corrida (1,00)	47,26h												
Massa corrida	15	04/08/98	5,37d	12/08/98	Massa corrida (1,00)	47,26h												
Massa corrida	16	23/07/98	5,37d	30/07/98	Massa corrida (1,00)	47,26h												
Massa corrida	17	10/07/98	5,37d	20/07/98	Massa corrida (1,00)	47,26h												
Massa corrida	18	30/06/98	5,37d	07/07/98	Massa corrida (1,00)	47,26h												
Massa corrida	19	17/06/98	5,37d	25/06/98	Massa corrida (1,00)	47,26h												
Massa corrida	20	05/06/98	5,37d	12/06/98	Massa corrida (1,00)	47,26h												
Massa corrida	21	26/05/98	5,37d	02/06/98	Massa corrida (1,00)	47,26h												
Massa corrida	07	13/05/98	5,37d	20/05/98	Massa corrida (1,00)	47,26h												
Massa corrida	06	01/05/98	5,37d	08/05/98	Massa corrida (1,00)	47,26h												
Massa corrida	05	20/04/98	5,37d	28/04/98	Massa corrida (1,00)	47,26h												
Massa corrida	04	08/04/98	5,37d	15/04/98	Massa corrida (1,00)	47,26h												
Massa corrida	03	26/03/98	5,37d	03/04/98	Massa corrida (1,00)	47,26h												
Massa corrida	02	16/03/98	5,37d	23/03/98	Massa corrida (1,00)	47,26h												
Massa corrida	01	03/03/98	5,37d	11/03/98	Massa corrida (1,00)	47,26h												

Figura B.27: Programação do serviço Massa corrida

Serviços		Ordem	Início	Duração	Término	Equipe (Profissionais)	HH Total	1998											
								Mar	Abr	Maio	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		
Fiação/acab. elétricos	12		05/11/98	0,82d	06/11/98	Fiação/acab. elétricos (2,00)	14,50h												
Fiação/acab. elétricos	13		26/10/98	0,82d	26/10/98	Fiação/acab. elétricos (2,00)	14,50h												
Fiação/acab. elétricos	14		13/10/98	0,82d	14/10/98	Fiação/acab. elétricos (2,00)	14,50h												
Fiação/acab. elétricos	11		01/10/98	0,82d	01/10/98	Fiação/acab. elétricos (2,00)	14,50h												
Fiação/acab. elétricos	10		18/09/98	0,82d	21/09/98	Fiação/acab. elétricos (2,00)	14,50h												
Fiação/acab. elétricos	09		08/09/98	0,82d	09/09/98	Fiação/acab. elétricos (2,00)	14,50h												
Fiação/acab. elétricos	08		26/08/98	0,82d	27/08/98	Fiação/acab. elétricos (2,00)	14,50h												
Fiação/acab. elétricos	15		14/08/98	0,82d	17/08/98	Fiação/acab. elétricos (2,00)	14,50h												
Fiação/acab. elétricos	16		03/08/98	0,82d	04/08/98	Fiação/acab. elétricos (2,00)	14,50h												
Fiação/acab. elétricos	17		22/07/98	0,82d	23/07/98	Fiação/acab. elétricos (2,00)	14,50h												
Fiação/acab. elétricos	18		09/07/98	0,82d	10/07/98	Fiação/acab. elétricos (2,00)	14,50h												
Fiação/acab. elétricos	19		29/06/98	0,82d	30/06/98	Fiação/acab. elétricos (2,00)	14,50h												
Fiação/acab. elétricos	20		16/06/98	0,82d	17/06/98	Fiação/acab. elétricos (2,00)	14,50h												
Fiação/acab. elétricos	21		04/06/98	0,82d	05/06/98	Fiação/acab. elétricos (2,00)	14,50h												
Fiação/acab. elétricos	07		25/05/98	0,82d	25/05/98	Fiação/acab. elétricos (2,00)	14,50h												
Fiação/acab. elétricos	06		12/05/98	0,82d	13/05/98	Fiação/acab. elétricos (2,00)	14,50h												
Fiação/acab. elétricos	05		30/04/98	0,82d	30/04/98	Fiação/acab. elétricos (2,00)	14,50h												
Fiação/acab. elétricos	04		17/04/98	0,82d	20/04/98	Fiação/acab. elétricos (2,00)	14,50h												
Fiação/acab. elétricos	03		07/04/98	0,82d	07/04/98	Fiação/acab. elétricos (2,00)	14,50h												
Fiação/acab. elétricos	02		25/03/98	0,82d	26/03/98	Fiação/acab. elétricos (2,00)	14,50h												
Fiação/acab. elétricos	01		13/03/98	0,82d	16/03/98	Fiação/acab. elétricos (2,00)	14,50h												

Figura B.29: Programação do serviço Fiação/acabamentos elétricos

Serviço	Custo	Início	Duração	Término	Equipe (Nº e Carga)	B.H. Total											
Tampos/louças/metais	12	05/11/98	0,29d	05/11/98	Tampos/louças/metais (2,00)	5,04h											
Tampos/louças/metais	13	26/10/98	0,29d	26/10/98	Tampos/louças/metais (2,00)	5,04h											
Tampos/louças/metais	14	13/10/98	0,29d	13/10/98	Tampos/louças/metais (2,00)	5,04h											
Tampos/louças/metais	11	01/10/98	0,29d	01/10/98	Tampos/louças/metais (2,00)	5,04h											
Tampos/louças/metais	10	18/09/98	0,29d	18/09/98	Tampos/louças/metais (2,00)	5,04h											
Tampos/louças/metais	09	08/09/98	0,29d	08/09/98	Tampos/louças/metais (2,00)	5,04h											
Tampos/louças/metais	08	26/08/98	0,29d	26/08/98	Tampos/louças/metais (2,00)	5,04h											
Tampos/louças/metais	15	14/08/98	0,29d	14/08/98	Tampos/louças/metais (2,00)	5,04h											
Tampos/louças/metais	16	03/08/98	0,29d	04/08/98	Tampos/louças/metais (2,00)	5,04h											
Tampos/louças/metais	17	22/07/98	0,29d	22/07/98	Tampos/louças/metais (2,00)	5,04h											
Tampos/louças/metais	18	09/07/98	0,29d	10/07/98	Tampos/louças/metais (2,00)	5,04h											
Tampos/louças/metais	19	29/06/98	0,29d	29/06/98	Tampos/louças/metais (2,00)	5,04h											
Tampos/louças/metais	20	16/06/98	0,29d	17/06/98	Tampos/louças/metais (2,00)	5,04h											
Tampos/louças/metais	21	04/06/98	0,29d	04/06/98	Tampos/louças/metais (2,00)	5,04h											
Tampos/louças/metais	07	25/05/98	0,29d	25/05/98	Tampos/louças/metais (2,00)	5,04h											
Tampos/louças/metais	06	12/05/98	0,29d	12/05/98	Tampos/louças/metais (2,00)	5,04h											
Tampos/louças/metais	05	30/04/98	0,29d	30/04/98	Tampos/louças/metais (2,00)	5,04h											
Tampos/louças/metais	04	17/04/98	0,29d	17/04/98	Tampos/louças/metais (2,00)	5,04h											
Tampos/louças/metais	03	07/04/98	0,29d	07/04/98	Tampos/louças/metais (2,00)	5,04h											
Tampos/louças/metais	02	25/03/98	0,29d	25/03/98	Tampos/louças/metais (2,00)	5,04h											
Tampos/louças/metais	01	13/03/98	0,29d	13/03/98	Tampos/louças/metais (2,00)	5,04h											

Figura B.30: Programação do serviço Tampos/louças/metais

Serviço		Caso Início	Duração	Termínio	Equipos (No. e Espec.)	1998											
						Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Sep	Out	Nov	Dez
Acabamentos hidráulicos	12	05/11/98	0,45d	06/11/98	Acab. hidráulicos (1,00)												3,96h
Acabamentos hidráulicos	13	26/10/98	0,45d	26/10/98	Acab. hidráulicos (1,00)												3,96h
Acabamentos hidráulicos	14	13/10/98	0,45d	14/10/98	Acab. hidráulicos (1,00)												3,96h
Acabamentos hidráulicos	11	01/10/98	0,45d	01/10/98	Acab. hidráulicos (1,00)												3,96h
Acabamentos hidráulicos	10	18/09/98	0,45d	21/09/98	Acab. hidráulicos (1,00)												3,96h
Acabamentos hidráulicos	09	08/09/98	0,45d	08/09/98	Acab. hidráulicos (1,00)												3,96h
Acabamentos hidráulicos	08	26/08/98	0,45d	27/08/98	Acab. hidráulicos (1,00)												3,96h
Acabamentos hidráulicos	15	14/08/98	0,45d	17/08/98	Acab. hidráulicos (1,00)												3,96h
Acabamentos hidráulicos	16	04/08/98	0,45d	04/08/98	Acab. hidráulicos (1,00)												3,96h
Acabamentos hidráulicos	17	22/07/98	0,45d	23/07/98	Acab. hidráulicos (1,00)												3,96h
Acabamentos hidráulicos	18	10/07/98	0,45d	10/07/98	Acab. hidráulicos (1,00)												3,96h
Acabamentos hidráulicos	19	29/06/98	0,45d	30/06/98	Acab. hidráulicos (1,00)												3,96h
Acabamentos hidráulicos	20	17/06/98	0,45d	17/06/98	Acab. hidráulicos (1,00)												3,96h
Acabamentos hidráulicos	21	04/06/98	0,45d	05/06/98	Acab. hidráulicos (1,00)												3,96h
Acabamentos hidráulicos	07	25/05/98	0,45d	25/05/98	Acab. hidráulicos (1,00)												3,96h
Acabamentos hidráulicos	06	12/05/98	0,45d	13/05/98	Acab. hidráulicos (1,00)												3,96h
Acabamentos hidráulicos	05	30/04/98	0,45d	30/04/98	Acab. hidráulicos (1,00)												3,96h
Acabamentos hidráulicos	04	17/04/98	0,45d	20/04/98	Acab. hidráulicos (1,00)												3,96h
Acabamentos hidráulicos	03	07/04/98	0,45d	07/04/98	Acab. hidráulicos (1,00)												3,96h
Acabamentos hidráulicos	02	25/03/98	0,45d	26/03/98	Acab. hidráulicos (1,00)												3,96h
Acabamentos hidráulicos	01	13/03/98	0,45d	16/03/98	Acab. hidráulicos (1,00)												3,96h

Figura B.31: Programação do serviço Acabamentos hidráulicos

Serviços	Casa	Início	Duração	Término	Equipe (Nº oficiais)	BHCTotal	1998											
							Jan	Fev	Mar	Abr	Ma	Jun	Jul	Ago	Sep	Out	Nov	Dez
Lixamento parquet	12	06/11/98	1,79d	10/11/98	Lixamento parquet (1,00)	15,73h												
Lixamento parquet	13	26/10/98	1,79d	28/10/98	Lixamento parquet (1,00)	15,73h												
Lixamento parquet	14	14/10/98	1,79d	16/10/98	Lixamento parquet (1,00)	15,73h												
Lixamento parquet	11	01/10/98	1,79d	05/10/98	Lixamento parquet (1,00)	15,73h												
Lixamento parquet	10	21/09/98	1,79d	23/09/98	Lixamento parquet (1,00)	15,73h												
Lixamento parquet	09	08/09/98	1,79d	10/09/98	Lixamento parquet (1,00)	15,73h												
Lixamento parquet	08	27/08/98	1,79d	31/08/98	Lixamento parquet (1,00)	15,73h												
Lixamento parquet	15	17/08/98	1,79d	18/08/98	Lixamento parquet (1,00)	15,73h												
Lixamento parquet	16	04/08/98	1,79d	06/08/98	Lixamento parquet (1,00)	15,73h												
Lixamento parquet	17	23/07/98	1,79d	24/07/98	Lixamento parquet (1,00)	15,73h												
Lixamento parquet	18	10/07/98	1,79d	14/07/98	Lixamento parquet (1,00)	15,73h												
Lixamento parquet	19	30/06/98	1,79d	01/07/98	Lixamento parquet (1,00)	15,73h												
Lixamento parquet	20	17/06/98	1,79d	19/06/98	Lixamento parquet (1,00)	15,73h												
Lixamento parquet	21	05/06/98	1,79d	09/06/98	Lixamento parquet (1,00)	15,73h												
Lixamento parquet	07	25/05/98	1,79d	27/05/98	Lixamento parquet (1,00)	15,73h												
Lixamento parquet	06	13/05/98	1,79d	15/05/98	Lixamento parquet (1,00)	15,73h												
Lixamento parquet	05	30/04/98	1,79d	04/05/98	Lixamento parquet (1,00)	15,73h												
Lixamento parquet	04	20/04/98	1,79d	22/04/98	Lixamento parquet (1,00)	15,73h												
Lixamento parquet	03	07/04/98	1,79d	09/04/98	Lixamento parquet (1,00)	15,73h												
Lixamento parquet	02	26/03/98	1,79d	30/03/98	Lixamento parquet (1,00)	15,73h												
Lixamento parquet	01	16/03/98	1,79d	17/03/98	Lixamento parquet (1,00)	15,73h												

Figura B.32: Programação do serviço Lixamento parquet

Serviços	Casa	Início	Duração	Término	Equipe (Nº oficiais)	HH Total	1998											
							Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov			
Pint.interna 2ª e 3ª demãos	12	10/11/98	1,65d	11/11/98	Pintura 2a e 3a demãos (1,00	14,54h												
Pint.interna 2ª e 3ª demãos	13	28/10/98	1,65d	30/10/98	Pintura 2a e 3a demãos (1,00	14,54h												
Pint.interna 2ª e 3ª demãos	14	16/10/98	1,65d	19/10/98	Pintura 2a e 3a demãos (1,00	14,54h												
Pint.interna 2ª e 3ª demãos	11	05/10/98	1,65d	07/10/98	Pintura 2a e 3a demãos (1,00	14,54h												
Pint.interna 2ª e 3ª demãos	10	23/09/98	1,65d	24/09/98	Pintura 2a e 3a demãos (1,00	14,54h												
Pint.interna 2ª e 3ª demãos	09	10/09/98	1,65d	14/09/98	Pintura 2a e 3a demãos (1,00	14,54h												
Pint.interna 2ª e 3ª demãos	08	31/08/98	1,65d	01/09/98	Pintura 2a e 3a demãos (1,00	14,54h												
Pint.interna 2ª e 3ª demãos	15	18/08/98	1,65d	20/08/98	Pintura 2a e 3a demãos (1,00	14,54h												
Pint.interna 2ª e 3ª demãos	16	06/08/98	1,65d	10/08/98	Pintura 2a e 3a demãos (1,00	14,54h												
Pint.interna 2ª e 3ª demãos	17	24/07/98	1,65d	28/07/98	Pintura 2a e 3a demãos (1,00	14,54h												
Pint.interna 2ª e 3ª demãos	18	14/07/98	1,65d	16/07/98	Pintura 2a e 3a demãos (1,00	14,54h												
Pint.interna 2ª e 3ª demãos	19	01/07/98	1,65d	03/07/98	Pintura 2a e 3a demãos (1,00	14,54h												
Pint.interna 2ª e 3ª demãos	20	19/06/98	1,65d	23/06/98	Pintura 2a e 3a demãos (1,00	14,54h												
Pint.interna 2ª e 3ª demãos	21	09/06/98	1,65d	10/06/98	Pintura 2a e 3a demãos (1,00	14,54h												
Pint.interna 2ª e 3ª demãos	07	27/05/98	1,65d	29/05/98	Pintura 2a e 3a demãos (1,00	14,54h												
Pint.interna 2ª e 3ª demãos	06	15/05/98	1,65d	18/05/98	Pintura 2a e 3a demãos (1,00	14,54h												
Pint.interna 2ª e 3ª demãos	05	04/05/98	1,65d	06/05/98	Pintura 2a e 3a demãos (1,00	14,54h												
Pint.interna 2ª e 3ª demãos	04	22/04/98	1,65d	23/04/98	Pintura 2a e 3a demãos (1,00	14,54h												
Pint.interna 2ª e 3ª demãos	03	09/04/98	1,65d	13/04/98	Pintura 2a e 3a demãos (1,00	14,54h												
Pint.interna 2ª e 3ª demãos	02	30/03/98	1,65d	31/03/98	Pintura 2a e 3a demãos (1,00	14,54h												
Pint.interna 2ª e 3ª demãos	01	17/03/98	1,65d	19/03/98	Pintura 2a e 3a demãos (1,00	14,54h												

Figura B.34: Programação do serviço Pintura interna 2ª e 3ª demãos

Serviços	Casa	Início	Duração	Término	Equipe(Nº oficiais)	HH Total	1998											
							Mar	Abr	Maio	Jun	Jul	Ago	Sep	Out	Nov			
Verniz/acab.portas	12	11/11/98	1,09d	12/11/98	Verniz/acab. portas (1,00)	9,60h												0
Verniz/acab.portas	13	30/10/98	1,09d	02/11/98	Verniz/acab. portas (1,00)	9,60h												0
Verniz/acab.portas	14	19/10/98	1,09d	20/10/98	Verniz/acab. portas (1,00)	9,60h												0
Verniz/acab.portas	11	07/10/98	1,09d	08/10/98	Verniz/acab. portas (1,00)	9,60h												0
Verniz/acab.portas	10	24/09/98	1,09d	25/09/98	Verniz/acab. portas (1,00)	9,60h												0
Verniz/acab.portas	09	14/09/98	1,09d	15/09/98	Verniz/acab. portas (1,00)	9,60h												0
Verniz/acab.portas	08	01/09/98	1,09d	02/09/98	Verniz/acab. portas (1,00)	9,60h												0
Verniz/acab.portas	15	20/08/98	1,09d	21/08/98	Verniz/acab. portas (1,00)	9,60h												0
Verniz/acab.portas	16	10/08/98	1,09d	11/08/98	Verniz/acab. portas (1,00)	9,60h												0
Verniz/acab.portas	17	28/07/98	1,09d	29/07/98	Verniz/acab. portas (1,00)	9,60h												0
Verniz/acab.portas	18	16/07/98	1,09d	17/07/98	Verniz/acab. portas (1,00)	9,60h												0
Verniz/acab.portas	19	03/07/98	1,09d	06/07/98	Verniz/acab. portas (1,00)	9,60h												0
Verniz/acab.portas	20	23/06/98	1,09d	24/06/98	Verniz/acab. portas (1,00)	9,60h												0
Verniz/acab.portas	21	10/06/98	1,09d	11/06/98	Verniz/acab. portas (1,00)	9,60h												0
Verniz/acab.portas	07	29/05/98	1,09d	01/06/98	Verniz/acab. portas (1,00)	9,60h												0
Verniz/acab.portas	06	18/05/98	1,09d	19/05/98	Verniz/acab. portas (1,00)	9,60h												0
Verniz/acab.portas	05	06/05/98	1,09d	07/05/98	Verniz/acab. portas (1,00)	9,60h												0
Verniz/acab.portas	04	23/04/98	1,09d	24/04/98	Verniz/acab. portas (1,00)	9,60h												0
Verniz/acab.portas	03	13/04/98	1,09d	14/04/98	Verniz/acab. portas (1,00)	9,60h												0
Verniz/acab.portas	02	31/03/98	1,09d	01/04/98	Verniz/acab. portas (1,00)	9,60h												0
Verniz/acab.portas	01	19/03/98	1,09d	20/03/98	Verniz/acab. portas (1,00)	9,60h												0

Figura B.35: Programação do serviço Verniz/acabamentos portas

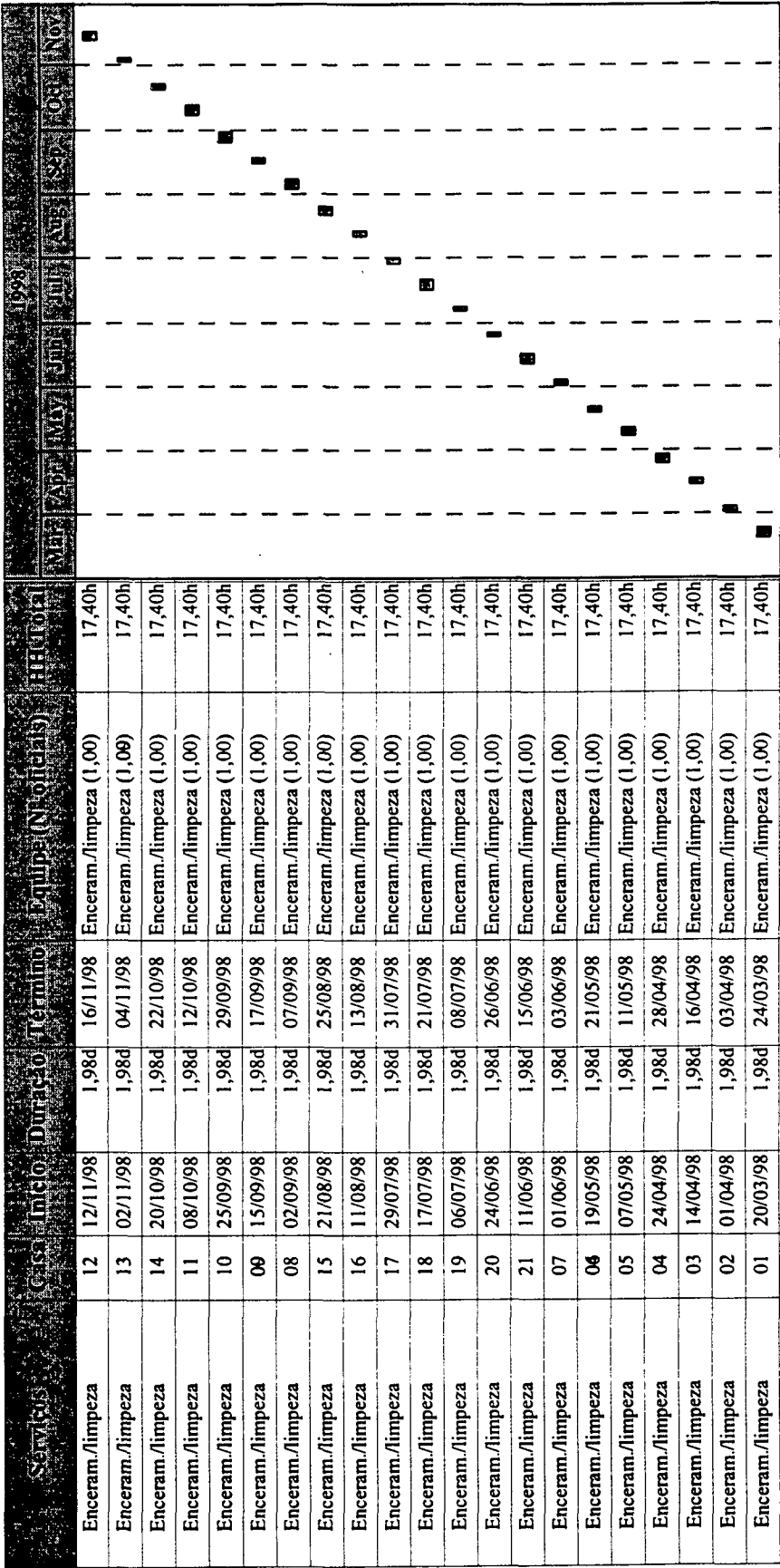


Figura B.36: Programação do serviço Enceramento/limpeza

BIBLIOGRAFIA

- ACKOFF, Russel L. Planejamento Empresarial. Tradução de Marco Túlio de Freitas. Rio de Janeiro. LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A. 1983
- ALKAYYALI, Osama J.; MANSOUR, Wahid O.; MINKARAH, Issam A. How effective os CPM in planning and controlling construction projects. University of Cincinnati, Ohio, USA. CIB W-65. Setembro, 1993.
- ARDITI, David; ALBULAK, Zeki. Line of Balance Scheduling in Pavement Construction. Journal of Construction Engineering and Management – ASCE. 1986. Vol. 112. Nº 3. pp. 411-424
- BIRREL, George S. Construction planning - beyond the critical path. Journal of the Construction Division – ASCE. Setembro, 1980. Vol. 106. Nº 3. pp. 389-407
- BIRREL, George S. Criticism of CPM for project planning analysis – DISCUSSION. Journal of Construction Engineering and Management – ASCE. 1984. Vol. 110. Nº 4. pp. 343-345
- BRANDLI, Luciana Londero; OLIVEIRA, Maria Carolina Gomes de. Estudo de precedências aplicado à técnica da Linha de Balanço para edificações. XVI ENEGEP. Piracicaba, 1996.
- CARR, Robert I.; MEYER, Walter L. Planning construction of repetitive building units. Journal of the Construction Division – ASCE. Setembro, 1974. Vol. 100. Nº 3. pp. 403-412
- CASAROTTO, Rosangela Mauzer; HEINECK, Luiz Fernando M. Um método para programação de obras baseado em curvas de agregação. XVI ENEGEP. Piracicaba, 1996.
- CHYZANOWSKI, Edmund N.; JOHNSTON, David W. Application of linear scheduling. Journal of Construction Engineering and Management – ASCE. 1986. Vol.112. Nº 4. pp. 476-491
- COLE, L.J.R. Construction scheduling: principles, practices, and six studies. Journal of Construction Engineering and Management – ASCE. 1991. Vol. 117. Nº 4. pp. 579-588
- DAVIS, Edward W. CPM use in top 400 construction firms. Journal of the Construction Division – ASCE. Março, 1974. Vol. 100. Nº 1. pp. 39-49
- EAST, E. William, KIM, Simon. Standardizing scheduling data exchange. Journal of Construction Enginnering and Management – ASCE. 1993. Vol. 119. Nº 2. pp. 215-225

- FERNANDES, João Alberto da Costa Ganzo; HEINECK, Luiz Fernando M. Modelo gráfico para apresentação de diagramas de precedência de serviços em obras civis numa escala cronológica. XVI ENEGEP. Piracicaba, 1996.
- FORMOSO, Carlos Torres. A knowledge based framework for planning house building projects. Tese de Doutorado. 1991. University of Salford.
- HANDA, V.K.; BARCIA, Ricardo Miranda. Linear scheduling using optimal control theory. Journal of Construction Engineering and Management – ASCE. 1986. Vol. 112. Nº 3. pp. 387-393
- HEINECK, Luiz Fernando M. The line of balance concept for low-rise flats construction sites - a view on the allocation of labour resources to the activities and their duration according to the S" curves approach". CIB W-65. 1987. Vol. 1. Nº 3. pp. 207-217
- HEINECK, Luiz Fernando M. Curvas de Agregação de Recursos no Planejamento e Controle da Edificação - Aplicações a Obras e a Programas de Construção. CE-31/89. Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Porto Alegre. UFRGS, 1989
- HEINECK, Luiz Fernando M. Efeito aprendizagem, efeito continuidade e efeito concentração no aumento da produtividade nas alvenarias. 1991. UFSC. Florianópolis.
- HEINECK, Luiz Fernando M. Dados básicos para a programação de edificios altos por linha de balanço. Congresso Técnico-Científico de Engenharia Civil da UFSC. Florianópolis, 1996. Anais, Vol. 2. pp. 167-173
- HEINECK, Luiz Fernando M. Estratégias de produção na construção de edificios. Congresso Técnico-Científico de Engenharia Civil da UFSC. Florianópolis, 1996.
- JAAFARI, Ali. Criticism of CPM for project planning analysis. Journal of Construction Engineering Management – ASCE. 1984. Vol. 110. Nº 2. pp. 222-233
- JAGBECK, Adina. MDA planner: interactive planning tool using product models and construction methods. Journal of Computing in Civil Engineering – ASCE. 1994. Vol. 8. Nº 4. pp. 536-554
- JOHNSTON, David W. Linear scheduling method for highway construction. Journal of the Construction Division – ASCE. Junho, 1981. Vol. 107. Nº 2. pp. 247-261
- KAHKONEN, K.E.E. Interactive decision support system for building construction scheduling. Journal of Computing in Civil Engineering – ASCE. Outubro, 1994. Vol. 8. Nº 4. pp. 519-535

- KALU, Timothy Ch. U. New approach to construction management. *Journal of Construction Engineering and Management – ASCE*. 1990. Vol. 116. Nº 3. pp. 494-513
- KAVANAGH, Donncha P. SIREN: A repetitive construction simulation model. *Journal of Construction Engineering and Management – ASCE*. 1985. Vol. 111. Nº 3. pp. 308-323
- KRETZER, Cristine Fritsche; LEAL, João Raphael; HEINECK, Luiz Fernando M. Micro-programação: um sistema de administrar a produção na construção civil. Estudo de Caso. XVI ENEGEP. Piracicaba, 1996.
- LAUFER, A.; TUCKER, R.L. Is construction project planning really doing its job? A critical examination of focus, role and process. *Construction Management and Economics*. 1987. Vol. 5. Nº 3. pp. 243-266
- LAUFER, A.; TUCKER, R.L. Competence and timing dilemma in construction planning. *Construction Management and Economics*. 1988. Vol. 6. Nº 3. pp. 339-355
- LOSSO, Iseu Reichmann; ARAÚJO, Hércules Nunes de. Application of the Line of Balance Schedule Method: Case Study. XVI ENEGEP. Piracicaba, 1996.
- LUTZ, James D.; HIJAZI, Adib. Planning repetitive construction: Current practice. *Construction Management and Economics*. 1993. Vol. 11. Nº 1. pp. 99-110
- MADERS, Berenice. Técnica de Programação e Controle da Construção Repetitiva – Linha de Balanço. Estudo de Caso de um Conjunto Habitacional. Dissertação de Mestrado. UFRGS. Porto Alegre. Maio, 1987
- MAZIERO, Lúcia Terezinha Peixe. Aplicação do conceito do método da Linha de Balanço no planejamento de obras repetitivas. Um levantamento das decisões fundamentais para sua aplicação. Dissertação de Mestrado. UFSC. Florianópolis. Setembro, 1990.
- McGOUGH, Elise Houston. Scheduling: Effective methods and techniques. *Journal of the Construction Division – ASCE*. Março, 1982. Vol. 108. Nº 1. pp. 75-84
- MENDES JR., Ricardo. Um modelo integrado para o planejamento de edificios com Linha de Balanço. XVI ENEGEP. Piracicaba, 1996.
- MOSELHI, Osama; EL-RAYES, Khaled. Scheduling of repetitive projects with cost optimization. *Journal of Construction Engineering and Management – ASCE*. 1993. Vol. 119. Nº 4. pp. 681-697
- NAAMAN, Antoine E. Networking methods for project planning and control. *Journal of the Construction Division – ASCE*. Setembro, 1974. Vol. 100. Nº 3. pp. 357-371

- O'BRIEN, James J. VPM scheduling for high-rise buildings. *Journal of the Construction Division – ASCE*. Dezembro, 1975. Vol. 101. Nº 4. pp. 895-905
- O'BRIEN, James J.; KREITZBERG, Fred C.; MIKES, Wesley F. Network scheduling variations for repetitive work. *Journal of Construction Engineering and Management – ASCE*. 1985. Vol. 111. Nº 2. pp. 105-116
- OLIVEIRA, Miriam et al. Sistema de Indicadores. Série SEBRAE Construção Civil. Vol. 3. Porto Alegre, 1995.
- PEER, Shlomo. Network analysis and construction planning. *Journal of the Construction Division – ASCE*. Setembro, 1974. Vol. 100. Nº 3. pp. 203-209
- PERERA, Srilal. Linear programming solution to network compression. *Journal of the Construction Division – ASCE*. Setembro, 1980. Vol. 106. Nº 3. pp. 315-326
- PERERA, Srilal. Resource sharing in linear construction. *Journal of Construction Engineering and Management – ASCE*. 1983. Vol. 109. Nº 1. pp. 102-111
- POPESCU, Calin; BORCHERDING, John D. Developments in CPM, PERT and network analysis. *Journal of the Construction Division – ASCE*. Dezembro, 1975. Vol. 101. Nº 4. pp. 769-784
- POPESCU, Calin. A planning method for linear projects. *Journal of the Construction Division – ASCE*. 1976. pp. 265-273
- PULTAR, Mustafa. Progress-based construction scheduling. *Journal of Construction Engineering and Management – ASCE*. 1990. Vol. 116. Nº 4. pp. 670-688
- REDA, Rehab M. RPM: Repetitive project modeling. *Journal of Construction Engineering and Management – ASCE*. 1990. Vol. 116. Nº 2. pp. 316-330
- RETIK, Arkady. A comprehensive approach to planning for repetitive residential projects. University of Strathclyde. Glasgow, UK. CIB W-65. Setembro, 1995.
- RUSSELL, Alan D.; CASELTON, William F. Extensions to linear scheduling optimization. *Journal of Construction Engineering and Management – ASCE*. 1988. Vol. 114. Nº 1. pp. 36-52
- RUSSELL, Alan D.; WONG, William C. M. New generation of planning structures. *Journal of Construction Engineering and Management – ASCE*. 1993. Vol. 119. Nº 2. pp. 196-214
- SAWHNEY, Anil; ABOURIZK, Simaan M. HSM – Simulation-based planning method for construction projects. *Journal of Construction Engineering and Management – ASCE*. Setembro, 1995. pp. 297-303

- SARRAJ, Zohair M. Al. Formal development of line-of-balance technique. *Journal of Construction Engineering and Management* – ASCE. 1990. Vol. 116. Nº 4. pp. 689-704
- SCARDOELLI, Lisiane Salerno et al. Melhorias de Qualidade e Produtividade. Série SEBRAE Construção Civil. Vol. 2. Porto Alegre, 1994.
- SCOMAZZON, Beatris R.; SOIBELMAN, Lucio; SILVA, Narciso. Planejamento, Programação e Controle de Obras Repetitivas: Técnica da Linha de Balanço - Estudo de Caso. CE-13/85. Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Porto Alegre. UFRGS, 1985.
- SELINGER, Shlomo. Construction planning for linear projects. *Journal of the Construction Division* – ASCE. Junho, 1980. Vol. 106. Nº 2. pp. 195-205
- SHAKED, Ory; WARSZAWSKI, Abraham. Knowledge-based system for construction planning of high-rise buildings. *Journal of Construction Engineering and Management*. Junho, 1995. pp. 172-1782
- SINDUSCON – PR. Práticas Construtivas. Comissão de Qualidade e Produtividade do Sinduscon – Pr. Curitiba, 1995.
- SINDUSCON – SP. Sumário Econômico. Setor de Economia. São Paulo. Março, 1996.
- SOUZA, Roberto de. Qualidade, modernização e desenvolvimento: diretrizes para atualização tecnológica da indústria da construção civil. Curso: Do desperdício de materiais à garantia da qualidade na construção civil. SINDUSCON – PR. 1991.
- STRADAL, Oldrich; CACHA, Josef. Time space scheduling method. *Journal of the Construction Division* – ASCE. Setembro, 1982. Vol. 108. Nº 3. pp. 445-457
- SUHAIL, Saad A.; NEALE, Richard H. CPM/LOB: New methodology to integrate CPM and line of balance. *Journal of Construction Engineering and Management* – ASCE. 1994. Vol. 120. Nº 3. pp. 667-684
- TAMIMI, Samer; DIEKMANN, James. Soft logic in network analysis. *Journal of Computing in Civil Engineering* – ASCE. Julho, 1988. Vol. 2. Nº 3. pp. 289-300
- THABET, Walid Y.; BELIVEAU, Yvan J. HVLS: horizontal and vertical long scheduling for multistory projects. *Journal of Construction Engineering and Management* – ASCE. 1994. Vol. 120. Nº 4. pp. 875-892
- THABET, Walid Y.; BELIVEAU, YVAN J. Modeling work space to schedule repetitive floors in multistory buildings. *Journal of Construction Engineering and Management* – ASCE. 1994. Vol. 120. Nº 1. pp. 96-116

-
- TIME LINE SOLUTIONS CORPORATION. User's Guide and Reference Time Line Version 6.5 for Windows. Manual. USA. 1995.
- TOIKKANEN, S. Just in Time applied to repetitive renovation projects. CIB W-65. The Organization and Management of Construction. 1996. Vol. 2. pp. 237-242.
- TUCKER, Richard L.; ROGGE, David F.; HAYES, William R.; HENDRICKSON, Frank P. Implementation of foreman-delay surveys. Journal of Construction Division – ASCE. 1982. Vol. 108. Nº 4. pp. 577-591
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. Diretrizes para apresentação de dissertações. Curso de Pós Graduação Em Engenharia Civil – CPGEC. Florianópolis. Março, 1997.
- VARGAS, Carlos Luciano S.; HEINECK, Luiz Fernando M. Cálculo do balanço entre atividades repetitivas para uso em programas de gerenciamento de projetos. XVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. ENEGEP 97. Gramado, RS. Porto Alegre, UFRGS/PPGEP, 1997. 1 CD-ROM. il. Resumo de Anais: p. 60.
- WILLE, Silvio Aurelio de Castro. Gerenciamento Moderno de Obras Civis I. Material Didático da Divisão de Treinamento da Hipervisão Consultoria, Planejamento e Gerenciamento Ltda. para o Curso de Especialização em Gerenciamento de Obras CEFET – PR. Curitiba, 1997.
- WILLE, Silvio Aurelio de Castro. Gerenciamento Moderno de Obras Civis II. Material Didático da Divisão de Treinamento da Hipervisão Consultoria, Planejamento e Gerenciamento Ltda. para o Curso de Especialização em Gerenciamento de Obras CEFET – PR. Curitiba, 1997.